

Aus der

Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

(Direktor: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Ewald H a r n d t)

UBER DIE BEDEUTUNG DER RÖNTGENOLOGISCHEN
ORIENTIERUNGS- UND KONTROLLUNTERSUCHUNGEN
IN DER ZAHNÄRZTLICHEN PROTHETIK.

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Wolfgang Schultz
aus Berlin

1969

Aus der
Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Ewald H a r n d t)

UBER DIE BEDEUTUNG DER RÖNTGENOLOGISCHEN
ORIENTIERUNGS- UND KONTROLLUNTERSUCHUNGEN
IN DER ZAHNÄRZTLICHEN PROTHETIK.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der zahamedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Wolfgang Schultz
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Hans Heinz N a u m a n n

Referent: Professor Dr. med. dent. Christian S c h u l z e

Korreferent: Professor Dr.med.dent.Dr.med.Gerhard F r e n k e l



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 23.5.1969

Meinen Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsübersicht:

I. EINLEITUNG	1
II. ALLGEMEINER TEIL	2
1. Optimale Projektionsverhältnisse	2
2. Auswirkungen der apikalen Projektion auf die Objektabbildung	4
3. Überstrahlungseffekte	5
4. Horizontale Einstellungen	7
5. Intraorale Aufnahmemethoden, ihre Bedeutung für die Beurteilung prothetischer und konservierender Arbeiten	8
6. Kronenrandschluß	8
7. Wurzelspitzenresektion	10
8. Via falsa und Perforation	13
9. Wurzelfüllung	15
III. SPEZIELLER TEIL	19
IV. DISKUSSION	71
V. ZUSAMMENFASSUNG	77
VI. LITERATURVERZEICHNIS	80

I. EINLEITUNG

Da gelegentlich zwischen den röntgenologischen und den klinischen sowie postoperativen Befunden im Bereich der Zähne Diskrepanzen festzustellen sind, ergibt sich die Notwendigkeit, die Grenzen und Möglichkeiten der röntgenologischen Detaildarstellung zu überprüfen.

Hauptanziehungspunkte der Untersuchungen bilden die Fragestellungen, die von besonderer praktischer Bedeutung sind. Das Ziel der Arbeit besteht darin, die Ursachen der begrenzten Darstellungsmöglichkeiten zu finden und Konsequenzen für die Aufnahmemethodik abzuleiten, um dann Richtlinien für das praktische Vorgehen zu erarbeiten. Der Untersuchungsumfang ist derart ausgewählt, daß vor allem für die prothetische Zahnheilkunde weitere Informationsmöglichkeiten gefunden werden.

So ergibt es sich zwangsläufig, neben dem allseitigen Randschluß der verschiedenen Kronenkonstruktionen im Röntgenbild auch die Perforationen, die Wurzelspitzenresektionen und Wurzelfüllungen zu untersuchen.

Um die Aussage hinreichend zu stützen, werden den klinischen Untersuchungen umfangreiche Phantomstudien vorangestellt.

II. ALLGEMEINER TEIL

1. Optimale Projektionsverhältnisse

In Hinblick auf die röntgenologische Darstellung der interdentalen und radikulären Bereiche bestehen für den Ober- und Unterkiefer sowie innerhalb der Zahnabschnitte auf Grund der variablen anatomischen Gegebenheiten derart große Unterschiede der Aufnahmebedingungen, daß es zunächst dringlich ist, sowohl die anatomischen Details, als auch die optimalen projektivischen Voraussetzungen darzutun, um schließlich die Konsequenzen für das später zu empfehlende methodische Vorgehen ableiten zu können.

Daher wird es sich als zweckmässig erweisen, die gegenwärtig vielerorts bestehenden Ansichten zu nennen und kritisch zu erörtern. Hierbei kommt es vorwiegend darauf an, die wechsellvollen anatomischen Situationen zu analysieren, terminologische Ungenauigkeiten oder gar Fehler auszuräumen und jene wissenschaftlich exakten Ausgangssituationen für die Auswertung der eigenen Untersuchungen zu markieren, welche die röntgenologischen Grenzen detailliert zur Kenntnis bringen und somit auch kritischen Einwänden standzuhalten in der Lage sind.

Optimale Projektionsverhältnisse würden bei einer parallelen und innigen Anlage des Filmes an das zu untersuchende Objekt und bei einem möglichst großen Film-Fokusabstand bestehen.

Im Unterkiefer ist es möglich, den Zahnfilm annähernd parallel zu den Zahnachsen (Zahnachsebenen) aufzustellen und die Objekt-Filmdistanz insgesamt derart zu reduzieren, daß die erwünschte Aufnahmesituation in dieser Beziehung erreicht zu sein scheint.

Im Oberkiefer sind die anatomischen Voraussetzungen für röntgenologische Untersuchungen wegen der hier häufig auftretenden Schattenüberlagerungen der angrenzenden Knochenregionen und wegen der überaus unterschiedlichen Gestaltung des Gaumengewölbes und der damit verbundenen wechsellvollen Distanzzunahme zwischen dem Objekt und dem Film sowie der unterschiedlichen Film-lagerung prinzipiell wesentlich ungünstiger. Die Auswirkungen auf die Abzeichnung der Interdentalabschnitte sind deswegen gegenüber der apikalen Region vielfältiger, weil selbst bei mäßiger Abweichung von der orthoradialen Strahlenführung nicht nur die projektivisch bedingte Objektverschiebung des vestibulären Septumbereiches, sondern außerdem noch die unregelmäßigen Überstrahlungen in Abhängigkeit des Objektdurchmessers in der Strahlen-richtung und die gewählten Schwärzungsgrade die Objekt-wiedergabe beeinflussen.

Bei der Interpretation der Bilder ergeben sich dadurch erhebliche Schwierigkeiten, die es problematisch oder gar unmöglich machen, das Ausmaß der oben genannten Bildbeeinflussungen zu erkennen. Und gerade deswegen bedarf es eines ganz systematischen Untersuchungsablaufes, um die Fehlerquellen für die diagnostischen Irrtümer möglichst gering zu halten.

Nach dieser Darlegung ist grundsätzlich davon auszugehen, daß alle flachen Strahlenführungen immer dann den Vorzug gegenüber der steilen Projektion erhalten müssen, wenn es auf die Lagebeziehung der Septumspitzen oder des Septumplateaus zur Schmelzzementgrenze, die zweckmäßigerweise als Bezugslinie zu gelten hat, ankommt. Soll das interdendale Septum beurteilt werden, dann ist es unerläßlich, eine möglichst komplette Darstellung im Röntgenbild anzustreben. Da diese Knochenbereiche oftmals keine Schattenintensitätsabstufung gegenüber der Hartschmelzsubstanzzeichnung des Zahnes bewirken, muß zunächst versucht werden, unnötige Überlagerungen zu vermeiden.

Aus diesem Grund wird seit jeher die orthoradiale Strahlenführung mit Eindringlichkeit empfohlen. Liest man sich jedoch im Schrifttum die Definitionen dieser Einstellung in der Horizontalebene durch, dann stellt man nicht nur unterschiedliche Auslegungen, sondern sogar schon aus anatomisch bedingten Gründen absolut unvertretbare und leicht widerlegbare Angaben fest. Auch heutzutage wird orthoradial meist falsch definiert! Bei dieser Einstellung soll es sich um eine Projektionsrichtung "parallel zu den Kontaktebenen" nach HEUSER (16) oder "gleichlaufend mit den Interdentalsepten" nach PARMA (32) und PRAEGER (41) handeln.

Da die Approximalflächen der Zähne mit wenigen Ausnahmen nicht parallel zueinander verlaufen, kann die Definition schon deswegen nicht richtig sein, weil es aus anatomischen Gründen bestenfalls gelingen könnte, die geforderte Strahlenführung für eine Seite des Zahnes zu erhalten, doch selbst dann wird es zumeist nur mit exzentrischen Projektionen gelingen.

Es ist deshalb besser zu definieren:

"Die orthoradiale Einstellung wird erreicht, wenn der Zentralstrahl senkrecht auf der Tangente steht, die an die entsprechende Stelle des Zahnbogens angelegt werden kann" FROMMHOLD (8).

2. Auswirkungen der apikalen Projektion auf die Objektabbildung

Wenn für die Herstellung einer Röntgenaufnahme die Methode nach CIESZYNSKI angewendet wird, die auch für die eigenen Untersuchungen zugrunde gelegt worden ist, so sind grundsätzlich folgende Auswirkungen der apikalen Projektion zu berücksichtigen:

1. Es gibt prinzipiell keine Größengleiche, sondern nur eine Längengleiche Abbildung.
2. Die apikal gelegenen Anteile werden größer abgezeichnet als gleichgroße Abschnitte im Kronenbereich.

3. Bukkal gelegene Zahnanteile werden stärker in der Richtung zur Zahnkrone verschoben als die auf gleicher Höhe und palatinal gelegenen.

Die allgemeinen Auswirkungen der apikalen Projektion auf die Objektabbildung unter Berücksichtigung der in dieser Arbeit interessierenden Zahnabschnitte sind folgende:

1. Der cervikale Kronenrand im Röntgenbild entspricht dem oro-cervikalen Rand der prothetischen Krone. Der bukkale Rand sowie Teile des Pulpenbodens gehen in massiven Metallschatten unter.
2. Die Resektionsflächen wurzelspitzenresezierter Zähne werden so abgebildet, daß der untere Rand im Röntgenbild (koronal) dem vestibulären Rand der Resektionsfläche entspricht.
3. Die bukkalen Wurzelspitzen der Praemolaren und Molaren wandern mehr in der Strahlenrichtung als die palatinalen Wurzeln. Das heißt, daß die bukkalen Wurzeln im Röntgenbild verkürzt und Teile der Wurzel in der Zahnkrone und somit verdeckt erscheinen.
Die großen Wurzelkanäle, wie sie die Frontzähne aufweisen, werden auf dem Röntgenbild deutlich dargestellt.
Die feinen bukkalen und filmfern gelegenen Wurzelkanäle der oberen Praemolaren und Molaren sind dagegen oft schwierig abzubilden, zumal häufig Überlagerungen auftreten.

3. Überstrahlungseffekte

Die limbalen Knochenbezirke und Seitenbereiche der Zähne können gelegentlich nicht dargestellt sein, weil in Abhängigkeit ihrer anatomischen Gestaltung und der Belichtungszeit in diesen Regionen Überstrahlungen auftreten können.

Noch deutlicher werden diese Überstrahlungseffekte hervorgehoben, wenn durch eine intensive Schattenverdichtung einer Metallkrone sich der Kontrasteffekt hinzugesellt.

Um die röntgendiagnostischen Irrtümer zu verringern, ist auf die Einhaltung der optimalen Aufnahmebedingungen, wie sie bereits aufgezählt worden sind, zu achten. Zusätzliche und steilere Einstellungen sind immer dann gerechtfertigt, wenn die Darstellung der durch Knochenabbauvorgänge veränderten Septumbereiche dies zwingend macht.

Die Anwendung herabgesetzter Belichtungszeiten ist notwendig.

Da die Septen in den verschiedenen Zahnabschnitten eine unterschiedliche Form und Größe aufweisen, muß die herabgesetzte Belichtungszeit variiert werden.

Dies bedeutet, daß für die Abzeichnung der feinen Interdentalsepten des Fontzahngebietes eine geringere Belichtungszeit angewendet werden muß, als für die in vestibulo-oraler Richtung breiteren Septen der Distalbereiche.

Eine gute Darstellung der breiten Interdentalsepten im Molarenbereich (ausgedehnte Abzeichnungsfläche) der approximalen Zahnhalspartien wird oftmals durch eine intensive Zahnzeichnung verhindert.

Die besten Abbildungsvoraussetzungen werden im Praemolarengbiet gefunden.

Je dünner die limbale Knochenanteile der oberen und unteren Frontzähne sind, desto mehr muß die Belichtungszeit herabgesetzt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Röntgenstrahlen an den Seiten der Unterkieferfrontzähne in längerer Ausdehnung orthograd verlaufen als an den Oberkieferfrontzähnen, wodurch die häufige Überstrahlung der Oberkieferfrontzahnseiten erklärt ist.

Andererseits werden die schmalen Knochensepten im Unterkieferfrontzahnbereich eher überstrahlt als die breiteren Septen der entsprechenden Oberkieferregion.

Das bedeutet, daß die Wahl der Belichtungszeit sich zusätzlich nach der Fragestellung ("Kontrolle des Septums oder des Zahnhalses") ausrichten muß.

4. Horizontale Einstellungen

Zur Routineaufnahme gehört die exakte Einhaltung der orthoradialen Projektion. Sowohl im limbalen als auch im radikulären Zahnbereich werden unnötige Überlagerungen durch Nachbarzähne oder andere Gebilde vermieden.

Die mit orthoradialer Projektion angefertigte Röntgenaufnahme kann jedoch allein niemals der variablen anatomischen Situation gerecht werden. So verlangt die Darstellung der Interdentalsepten der oberen Molaren durch ihren Verlauf (bukko-mesial nach oro-distal) eine exzentrische Einstellung. Dies gilt entsprechend für die Eckzähne und die zweiten unteren Molaren. Auch im radikulären Bereich bringt eine exzentrische Aufnahme zusätzliche Anhaltspunkte über Zahl, Verlauf und Form der einzelnen Wurzeln.

Die Form und Stellung der Zähne verlangen unter Berücksichtigung der jeweiligen Problemstellung eine entsprechende variable Strahlenführung.

Hier gilt, daß mehrere Projektionen eher eine Aufklärung eines Befundes ergeben als eine einzige.

Ferner werden mehrere Projektionen mit unterschiedlichen Winkeln in der Horizontalebene die Röntgeninformation grundsätzlich verbessern.

5. Intraorale Aufnahmemethoden,
ihre Bedeutung für die Beurteilung prothetischer und
konservierender Arbeiten

Die hier interessierenden Aufnahmemethoden sind

1. die Halbwinkeltechnik und
2. die Parallelaufnahmetechnik (so z.B. die Rechtwinkeltechnik) und
3. die Bißflügelfilmprojektionen.

Den Parallelaufnahmemethoden ist nach den Angaben im einschlägigen Schrifttum der Vorrang einzuräumen, da die Forderungen nach idealen Aufnahmebedingungen annähernd erfüllt werden.

Das gilt insbesondere für die Kontrolle des Kronenrandschlusses bei prothetischen Arbeiten.

Für die Beurteilung der übrigen konservierenden und chirurgischen Maßnahmen sowie für die Ermittlung der Via falsa bietet die Halbwinkeltechnik eine ausreichende Information.

6. Kronenrandschluß

Über die Bedeutung des Röntgenbildes für den Prothetiker schreibt HIELSCHER (18):

"Ist ein in seiner Krone zerstörter Zahn durch eine Füllung nicht mehr zu erhalten, so wird zunächst röntgenologisch zu prüfen sein, ob die Beschaffenheit des Zahnes und seines Zahnhalteapparates die Anfertigung eines Kronenersatzes rechtfertigt. Darüber hinaus ist später gegebenenfalls zu prüfen, ob der Kronenrand exakt adaptiert ist."

Wie wichtig die Kontrolle des Kronenrandschlusses vor dem Einzementieren der prothetischen Arbeit ist, zeigen Untersuchungen von SCHULZE (47) und GRUSCHWITZ (10).

Röntgenkontrollaufnahmen zeigen, daß bei 70-80% der in der freien Praxis angefertigten Kronen der Rand dem präparierten Stumpf nicht anliegt.

Die Parallelaufnahmetechnik wird u.a. von RECKOW (45) und SONNABEND (50) als geeignetes Untersuchungsverfahren für die Prüfung des Überganges von prothetischer Krone zum Zahnstumpf im Approximalraum angegeben. Hierbei entziehen sich jedoch durch Überlagerung bukkaler und oraler Kronenrand der Beurteilung.

Es besteht Einstimmigkeit unter den Autoren, daß eine klinisch abstehende Krone auch als solche im Röntgenbild erscheint.

Über die Möglichkeit, mit Hilfe der Halbwinkeltechnik abstehende Kronenränder darzustellen, bestehen unterschiedliche und sich widersprechende Angaben.

CIESZYNSKI (4) weist darauf hin, daß schlecht adaptierte Kronenringe auf schlecht vorbereiteten Kronenstämpfen als "überstehende Kappen" erscheinen.

PORDES (36) differenziert hier genauer, indem er von einer Stufenbildung zwischen Kronen- und Wurzelrand spricht.

Die Frage, ob abstehende Kronenränder im Röntgenbild der Wirklichkeit entsprechen, bejaht PORDES (36) und fügt hinzu: "Was ein Prothetiker zusammengefügt hat, kann der Röntgenologe nicht trennen".

SCHNETZERS (46) Untersuchungen bestätigen seine Angaben. Im Gegensatz hierzu teilt WANNENMACHER (52, 53) mit, daß es ihm gelungen ist, klinisch anliegende Kronenränder auf dem Röntgenfilm abstehend darzustellen. Er hält das Röntgenbild zwar für wichtig, will seine Anwendung jedoch auf die Planung beschränkt wissen, sofern es sich nicht um die Kontrolle des Randschlusses im Approximalraum handelt.

PARMA (32), v. RECKOW (45), PRAEGER (40) und CIESZYNSKI (4) haben auf die vielfältigen, röntgenologischen Fehlerquellen der enoralen Röntgentechnik ausdrücklich hingewiesen. Als Ursachen werden die Projektionen und Fehler der Aufnahmeanordnung sowie die anatomischen und pathologischen Gegebenheiten genannt.

PARMA (31), der sich besonders mit der Röntgenkontrolle der überkronten Zähne beschäftigt hat, gibt zu bedenken, daß ein röntgenologisch abstehender Kronenrand durch Überstrahlung der feinen Knochensepten und den Kontrasteffekt vorgetäuscht sein kann.

Er weist darauf hin, daß bei einem übermäßig großen Metallschatten und kleinen Apices im Röntgenbild auf eine allseitig abstehende Krone zu schließen ist.

PARMA (32) und HUBERT (21) erwähnen außerdem, daß im Röntgenbild erscheinende marginale Schäden an überkronten Zähnen im Sinne abstehender Kronenringe zu deuten sind.

Nur selten werden in der Literatur Hinweise gefunden, die die Anwendung mehrerer und vor allem exzentrischer Aufnahmen empfehlen.

7. Wurzelspitzenresektion

Die Angaben über die therapeutischen Erfolgsaussichten bei Wurzelspitzenresektionen schwanken recht erheblich.

HELD (13), HAMMER (11) und SEYFARTH (49) nennen Erfolgszahlen von 92,7 - 98,0 %, HOFER (19) und GRIEGER (9) geben nur 59,0 und 60,0 % an.

Die unterschiedliche Erfolgsbeurteilung der Resektionen ist in erster Linie auf die Art der Nachuntersuchungen (klinisch oder klinisch und röntgenologisch) zurückzuführen. Die rein klinischen Nachuntersuchungen müssen verständlicherweise zu besseren Ergebnissen führen.

SEYFARTH (49) hat deshalb Mittelwerte aus den Angaben von 15 Autoren und dabei 95,0 % Behandlungserfolge bei klinischer und nur 60,0 % bei klinischer und röntgenologischer Nachuntersuchung gefunden.

Das Röntgenbild wird bei Wurzelspitzenresektionen angefertigt:

1. zur Abgrenzung der Indikation,
2. zur Kontrolle der Wurzelfüllung und
3. zur Kontrolle der Resektion und zwar
 - a) zur Beurteilung der intraoperativ gelegten Wurzelfüllung,
 - b) zur Beurteilung der Resektionsfläche,
 - c) zur Feststellung fehlerhafter Maßnahmen und
 - d) zur Beurteilung der knöchernen Regeneration.

Für die Indikation einer Wurzelspitzenresektion sprechen nach MATHIS und HAUPTMANN (27)

1. der unmöglich zu erreichende dichte Kanalverschluß,
2. die unmögliche exakte Aufbereitung des Kanales, schließlich
3. die Unmöglichkeit, den Kanal während der Abfüllung trocken zu halten,
4. das Vorhandensein von epithelisierten Granulomen oder von Zysten,
5. das unabgeschlossene Wurzelwachstum,
6. die Via falsa juxta apicalis und
7. das Fortbestehen periapikaler entzündlicher Veränderungen nach exakt durchgeführter Wurzelbehandlung.

Die Bedeutung des Röntgenbildes für die Indikation einer Resektion liegt auf der Hand.

TRAUNER (51) weist ausdrücklich auf die "primäre Notwendigkeit einer exakten Wurzelfüllung" hin und unterstreicht, daß das "bloße Bestehen eines periapikalen Herdes bei ungenügender Wurzelfüllung nur eine Indikation zur Erneuerung der Wurzelfüllung nicht zur Wurzelspitzenresektion ist".

Die Röntgenaufnahme nach der erfolgten Wurzelspitzenresektion dient der Kontrolle der intraoperativen wurzelfüllung und der Resektionsfläche sowie der Beurteilung der knöchernen Regeneration. Dabei können nach BROSCH (1) und GRIEGER (9) operationstechnische Fehler (gesteigerte Umbauvorgänge an der Wurzelspitze durch zu schräge Resektion, Zurücklassen der Wurzelspitze, inkomplette Resektionen an falschen Zähnen, Wurzelfüllungsreste im Operationsgebiet) aufgedeckt werden.

Von einer Ausheilung nach einer Wurzelspitzenresektion kann nach SEITZ (48) dann gesprochen werden, wenn "im Röntgenbild ein normal breiter Periodontalspalt um den Wurzelstumpf zu sehen und die ehemalige Resektionshöhle mit einem strukturierten Knochen ausgefüllt ist". Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß ein Röntgenbild nichts über die gewebliche Zusammensetzung und nichts über den Charakter eines Prozesses auszusagen vermag. Unter Miteinbeziehung dieser Tatsachen ist es exakter, von Röntgenbildmerkmalen zu reden, die "im Sinne einer Ausheilung" gewertet werden können.

Die röntgenologische Kontrolle der Wurzelfüllung, die mit der Resektionsfläche abschließen soll, wird von der gewählten Strahlenführung und der Gestaltung der Resektionsfläche beeinflußt.

PARMA (32) und SCHNETZER (46) empfehlen, den Zentralstrahl wegen der exakten Situationswiedergabe entlang der Resektionsfläche zu führen. Die anatomische Situation und die damit vorgeschriebene Filmlage gestattet es jedoch nicht, die Empfehlung einzuhalten.

Wie HIELSCHER (17) bemerkt, "überragt der Wurzelanteil im apikalen Bereich das Füllmaterial nach kranial. Das muß so sein".

Auch CIESZYNSKI (4) und PRAEGER (40) geben zu bedenken, daß um so mehr Zahnschubstanz über der Wurzelfüllung erscheint, je schräger die Schnittfläche gestaltet ist.

Zur Vereinfachung des operativen Eingriffes wird in der Regel, die nach vestibulär abgeschrägte, gerade Resektionsflächengestaltung empfohlen MEYER (29), REBEL (44), HARNISCH (12) und WANNENMACHER (54).

Die horizontale, gerade Abtragung der Wurzelspitze wird von FAULHABER und NEUMANN (6) und BROSCHE (1) angegeben.

Über die möglichen Auswirkungen der verschieden gestalteten Resektionsflächen auf die Objektabbildung bei apikaler Strahlenführung sind keine Angaben gefunden worden.

8. Via falsa und Perforation

Bei der Durchsicht der wenigen Arbeiten, die zu dem Problem der Perforation in der zahnärztlichen Praxis Stellung nehmen, muß zunächst auffallen, daß es keine einheitliche Begriffsbestimmung gibt. Die Begriffe Via falsa bzw. Fausse route und Perforation werden oft synonym verwendet, so in den Arbeiten HLUSERS (16) und MATHIS (26).

Eine eindeutige Begriffsbestimmung ist jedoch die wichtigste Voraussetzung für die Erhebung eines Röntgenbefundes. Hierauf wird noch genauer einzugehen sein.

Erstmalig unterteilte 1901 MORGENSTERN (30) die verschiedenen Perforationsmöglichkeiten in:

1. anatomische Perforation = weites Foramen apikale
2. physiologische Perforation = Resorptionen an der
Milchzahnwurzel;
Resorptionen durch
verlagerte Zähne
3. traumatische Perforation,
4. pathologische Perforation = durch Granulome der Nachbarzähne;
durch Geschwülste oder
Karies

Die hier interessierende traumatische Perforation ist auf folgende ätiologische Faktoren zurückzuführen:

1. unrichtige Bohrerführung beim Eröffnen der Wurzelpulpa,
2. unsorgfältiges Erweitern von Wurzelkanälen; maschinelle Aufbereitung,
3. Unkenntnis der anatomischen Verhältnisse,
4. Wurzelkanalablagerungen wie Dentikel oder Sekundärdentin
nach KUBLER (24)

Die Praedilektionsstellen sind nach REBEL (43):

1. im Bereich der Kronenkavität,
2. im Bereich der Bifurkation mehrwurzeliger Zähne,
3. im Bereich der seitlichen Kanalwand,
4. im Bereich des Apex

Während die gingival und an der Bifurkation lokalisierten Perforationen noch durch klinische Inspektion diagnostiziert werden können, ist das Röntgenbild für die periodontal gelegene Perforation unerlässlich.

Es dient:

1. zur Diagnose und zur Abgrenzung gegenüber der Via falsa,
2. zur Bestimmung der Lage.

KAUFMANN (23) gibt jedoch zu bedenken:

"Doch auch das Röntgenbild kann, wenn es nicht gerade unter den zur Feststellung einer Perforation anzuwendenden Kautelen hergestellt wird, täuschend negativ sein".

Die Angaben, wie man röntgenologisch eine Perforation erkennen kann, sind nicht einheitlich. Einige Autoren empfehlen Aufnahmen mit eingeführten Millernadeln HESS (14), KUBLER (24) und LANGE (25).

PICHLER (35), REBEL (43), KAUFMANN (23) meinen, daß zusätzliche exzentrische Aufnahmen zur Sicherheit des Befundes heranzuziehen sind.

Der Erkennung einer approximalen Perforation durch das Röntgenbild wird keine besondere Schwierigkeit beigemessen, wohl aber der vestibulären bzw. oralen Perforation PARMA (32) und PICHLER (35).

PORDES (36) weist besonders darauf hin, daß eine vestibuläre bzw. orale Perforation bei orthorädiärer Aufnahmeanordnung lediglich als Ausbuchtung des Wurzelkanales auffallen kann und daß erst exzentrische Aufnahmen den wahren Sachverhalt darlegen.

Es sind jedoch auch Hinweise zu finden PRAEGER (41), wonach im Röntgenbild nur approximale Perforationen zur Darstellung kommen. Solche Angaben werden den röntgenologischen Möglichkeiten keineswegs gerecht.

In der zur Verfügung stehenden Literatur wurde zwar auf die Erkennung der Perforation mit Hilfe des Röntgenbildes hingewiesen, jedoch sind die röntgenologischen Unterscheidungsmöglichkeiten zwischen den approximalen, vestibulären bzw. oralen Perforationen unberücksichtigt geblieben.

9. Wurzelfüllung

Für die Durchführung einer erfolgreichen Wurzelbehandlung ist das Röntgenbild unerläßlich. Es ermöglicht das "Tasten ohne Sicht" WANNENMACHER (54) in dem Gebiet vielgestaltiger anatomischer Variabilität der Zahnwurzeln und insbesondere der Wurzelkanäle.

Es sei hier auf die Arbeiten DE JOUNGS (22) "Anatomie der Zahnwurzeln" und HESS (15) über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle hingewiesen.

WANNENMACHER (53) betont die Bedeutung des Röntgenbildes beim Aufsuchen der Kanaleingänge, bei der Beurteilung der Aufbereikbaarheit von Wurzelkanälen und fordert eine regelmäßige röntgenologische Nachkontrolle der Wurzelfüllung.

Die Untersuchungen FACKS (5) und FECHTERS (7) unterstreichen diese Forderung.

FACK (5) hat von 6332 Zähnen nur 10,2 % Wurzelfüllungen gefunden, die bis oder fast bis zum Apex (2 Millimeter davor) reichen.

FECHTERS (7) Nachuntersuchungen haben ein ähnliches Ergebnis ergeben.

Die meisten Autoren sind sich darüber einig, daß nur eine vollständige Ausfüllung des Wurzelkanales und ein hermetischer Abschluß am Foramen apikale einen dauerhaften Behandlungserfolg ermöglichen können.

Die zahlreichen röntgenologischen Untersuchungen von wurzelgefüllten Zähnen bestätigen, daß es wohl eine Beziehung zwischen dem periapikalen Zustandsbild und inkompletter Wurzelfüllung gibt, wenn auch eindeutige Angaben fehlen.

Es sei hier auf die Arbeiten FECHTERS (7) und BRUHLMANNS (2) hingewiesen.

Selten wird auf die Unzulänglichkeiten der röntgenologischen Information hingewiesen. Angaben, daß zwei Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen Richtungen den Aussagewert einer Röntgenaufnahme verständlicherweise erheblich erhöhen, wie sie HIELSCHER (28) macht, sind kaum zu finden.

BUCHS und JUNG (5) stellen in einer besonders ausführlichen Arbeit heraus, daß es falsch sei, "das Röntgenbild als Abbild der tatsächlichen anatomischen Verhältnisse aufzufassen und einen direkten Vergleich zwischen röntgenologischem und klinischen Befund anzustellen".

Bereits PARMA (32) und PORDES (36) weisen auf die Schwierigkeiten hin, den Verlauf und die Anzahl der Wurzeln und der Wurzelkanäle auf dem Röntgenbild bei einer apikalen Projektion zu erkennen. Das gilt besonders für die mehrwurzeligen Praemolaren und Molaren, da deren Wurzeln sich überlagern können und Teile derselben prinzipiell in die Zahnkrone projiziert werden. Um trotz dieser projektionsbedingten Unübersichtlichkeiten über die Zahl und den Verlauf der Wurzelkanäle Aufschluß zu erhalten, wird das Freiprojizieren von Wurzelteilen durch mehrere Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen exzentrischen Richtungen empfohlen. (CIESZYNSKI (4), SONNABEND (5) u.a.)

PRAEGER (38) nennt Beispiele bei denen Wurzeln infolge der filmfernen Lage nur sehr undeutlich bzw. überhaupt nicht auf dem Röntgenbild dargestellt werden.

PARMA (32) meint, daß feine Wurzeln selbst bei einer normalen Spongiosazeichnung im apikalen Bereich derart geringe Schattenintensitätsabstufungen bewirken können, daß sie dort der Darstellung entgehen.

Aber gerade die komplette Abzeichnung der Wurzelspitze ist für die Wurzelbehandlung von besonderem Interesse. Starke Wurzelkrümmungen können eine exakte Wurzelfüllung unmöglich machen und damit den therapeutischen Erfolg in Frage stellen.

Die mesio-distal gerichteten Wurzelkrümmungen werden bei wechselnden Strahlenführungen in der Horizontale abgebildet.

Distal-exzentrische Projektionen verstärken die Krümmung, mesial-exzentrische verringern sie.

PRAEGER (39) weist an Hand instruktiver Modellversuche darauf hin, daß die Formanomalien von Wurzeln auf den Röntgenbildern mit Vorsicht zu deuten sind, da es bei apikalen und erst recht bei exzentrischen Strahlenführungen zu "bizarren" Verzerrungen kommen kann.

Das Röntgenbild gibt bei der Kontrolle der Wurzelfüllung nur im negativen Sinne zuverlässige Anhaltspunkte!

Hierzu stellt HIELSCHER (28) fest:

1. Die im Röntgenbild festgestellte "wandständige" Wurzelfüllung braucht nicht immer den Tatsachen zu entsprechen - die Füllung kann insuffizient sein.
2. Weitere Aufnahmen in abgeänderter Strahlenrichtung führen zur Aufklärung des Röntgenbefundes.
3. Eine Wurzelfüllung im Röntgenbild ist nur dann wandständig, wenn keine Transparenzlinien zwischen dem Füllmaterial und der Kanalwand zu erkennen sind.
4. Die Wandständigkeit des Füllmaterials muß bei einer einzigen Röntgenaufnahme außer Zweifel stehen, weil damit schon stillschweigend in Kauf genommen wird, daß die wahre Situation nicht wiedergegeben ist.
5. Insuffiziente Wurzelfüllungen im Röntgenbild entsprechen immer der Wirklichkeit.
6. Das Röntgenbild gibt daher nur im negativen Sinne zuverlässige Anhaltspunkte.

Trotz der geschilderten röntgenologischen Unzulänglichkeiten sowie der möglichen Irrtümer bleibt das Röntgenbild für die Durchführung einer erfolgreichen Wurzelbehandlung ein wertvolles Hilfsmittel, wenn die Deutung kritisch vorgenommen wird.

III. S P E Z I E L L E R T E I L

Auf Grund des Literaturstudiums sind für die Durchführung der eigenen Untersuchungen folgende Fragen zu beantworten:

1. Welche Röntgenzeichen sind im Sinne eines abstehenden Kronenrandes zu deuten ?
2. Welche optimalen röntgenologischen Kontrolluntersuchungen für die Randständigkeit der Kronen können empfohlen werden ?
3. Stimmen die im Schrifttum gefundenen Angaben, wonach man bei scheinbar anliegenden Kronenrändern im Röntgenbild dennoch indirekt durch verkürzte Apices bei übermäßig langem Metallschatten und durch marginale Knochenabbauvorgänge auf abstehende Kronen schließen kann ?
4. Inwiefern wirken sich die verschiedenen Resektionsflächen auf die Objektabbildung aus ?
5. Welche Röntgenzeichen sprechen für eine Via falsa und welche für eine Perforation ?
6. Kann die Behauptung aufrecht erhalten werden, wonach nur approximale Perforationen im Röntgenbild dargestellt werden können ?
7. Tragen exzentrische Aufnahmen insbesondere für die Unterscheidung der vestibulären und oralen Perforation wesentlich zur Aufklärung des Röntgenbefundes bei ?
8. Inwiefern wirkt sich die Verwendung von mehreren unterschiedlich exzentrischen Röntgenaufnahmen auf die Beurteilung der Wurzelkanalverhältnisse und der Kontrolle der Wurzelfüllung günstig aus ?

Um zu den einzelnen Problemen Stellung nehmen zu können, muß eine Versuchsanordnung gefunden werden, bei der eine Nachprüfung der im Untersuchungsgang gewonnenen Angaben jederzeit möglich ist.

Hierzu bietet sich der Modellversuch an.

Es brauchen hierbei keine gedanklichen Rekonstruktionen der Projektionssituation vorgenommen zu werden, woraus sich der Vorzug ergibt, daß die damit verknüpften Ungenauigkeiten nicht auftreten.

Man wird in der Lage sein, die reale Situation und deren abgeänderte röntgenologische Abzeichnung auf Grund variabler Projektionen so auszuwerten, daß wirkliche Anhaltspunkte entnommen werden können.

Der Vorteil der Projektionsstudien am Modell gegenüber der klinisch-röntgenologischen Nachuntersuchung liegt in der viel genaueren Überprüfung der wirklich vorhandenen Situation.

Ist es an Hand der Modellversuche gelungen, das Grundsätzliche jedes einzelnen Problems herauszustellen, so bleibt letztlich die Aufgabe, das Erarbeitete auf die klinisch-röntgenologische Darstellung des Kronenrandschlusses, der wurzelspitzenresektion, der Perforation und der Wurzelfüllung zu übertragen.

S e r i e : 1

+3: Vollkrone mit exaktem Randschluß

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch (2= 5° , 3= 10° , 4= 15°)

Links: mesial-exzentrisch (5= 5° , 6= 10° , 7= 15°)

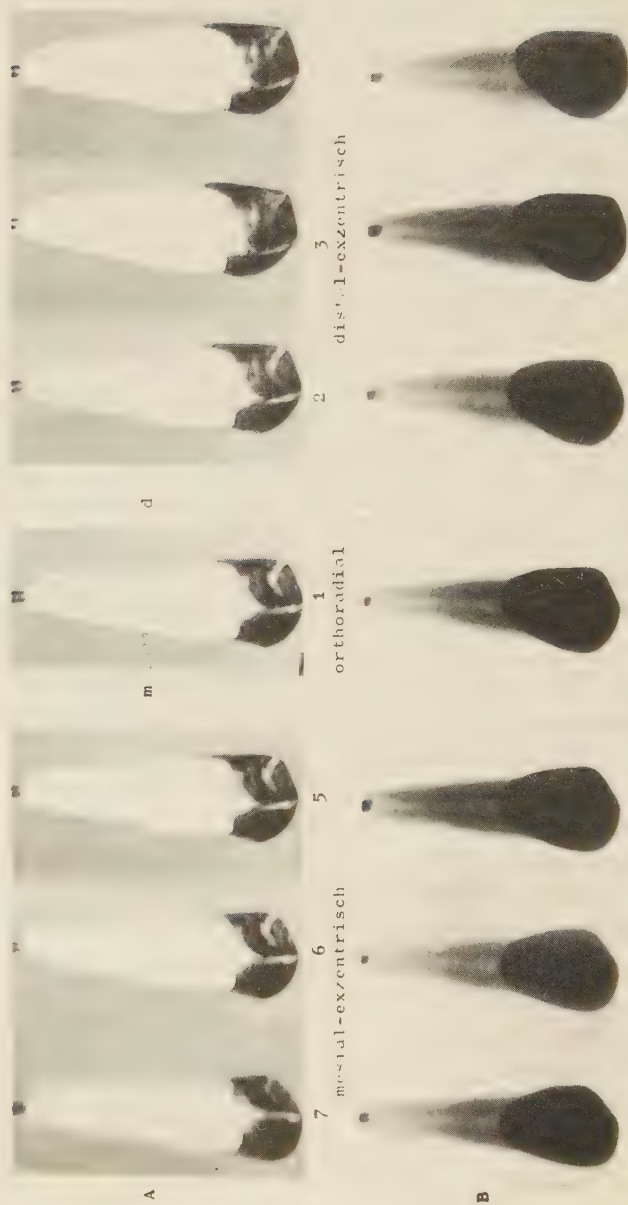
An einem oberen Eckzahn soll die röntgenologische Darstellung einer Vollkrone mit orthoradialer und exzentrischer Strahlenführung überprüft werden, um bei klinisch anliegenden Kronenrändern Abbildungsvariationen in Erfahrung zu bringen, die aus den anatomischen Konfigurationen, der wechselnden Strahlenführung und aus den oftmals angegebenen Überstrahlungen im limbalen Bereich resultieren.

Dazu werden die horizontalen Einstellungen bei gleichbleibendem Röhrenwinkel (45° Grad) und gleicher Belichtungszeit variiert.

In der oberen Bildreihe sind die Zähne in der Projektionsrichtung fotografiert. Der Ansatzpunkt des Spitztubus ist bei der angewendeten apikalen Projektion so gewählt worden, daß der Zentralstrahl "durch" den Apex des untersuchten Zahnes verläuft. Die orthoradiale Einstellung entspricht dem mittleren Bild. Die distal-exzentrischen Projektionen (5° , 10° und 15° Grad) sind rechts und die mesial-exzentrischen Strahlenführungen (5° , 10° und 15° Grad) sind links abgebildet. Die jeweils entsprechende Röntgenaufnahme befindet sich darunter.

+3: Vollkrone mit exaktem Handseilfuß

SLUB 1



Die orthoradiale Projektion zeigt die typischen Bildmerkmale. Mesial ist die Kontur der Zahnwurzel weniger intensiv abgezeichnet als distal. Die Schattenintensität der Wurzel nimmt befreiflicherweise von limbal nach apikal kontinuierlich ab, da sich die Ausmessungen in der Strahlenrichtung zunehmend verringern. Die unterschiedlichen Schattenintensitäten in den lateralen wurzelbereichen resultieren aus dem differenten Ausmaß der Abzeichnungsflächen in diesen Regionen.

Es muß daher möglich sein, durch Winkelvariationen in der Horizontalebene die eine oder andere Wurzelkontur im Bedarfsfalle deutlicher zur Ansicht zu bringen, da es nur darauf ankommt, die größtmögliche Abzeichnungsfläche bei der Aufnahmeanordnung zu finden.

Bei dem hier gewählten Schwärzungsgrad ist es nirgendwo zu Überstrahlungen oberhalb des Metallschattens gekommen. Alle in diesem Bereich zu konstatierenden minimalen Einziehungen sind ausschließlich anatomischen Ursprungs.

Aus der Sicht eines Prothetikers ergibt sich insofern ein diagnostischer Hauptanziehungspunkt, als es röntgenologisch zu klären gilt, ob die Metallkrone in den lateralen Bereichen dem Zahn eng anliegt.

Die Form des Metallschattens variiert von Bild zu Bild unerheblich.

Die extrem exzentrischen Projektionen bewirken jedoch erhebliche Unterschiede in der Form. In B7 geht die mesiale Kontur kontinuierlich in die Randzeichnung der Metallkrone über. In B4 ist diese Seite durch die in kranio-kaudaler Ausdehnung deutlich kürzere Randzeichnung der Metallkrone charakterisiert.

Da die oralen Kronenränder auf den Röntgenaufnahmen die kraniale Kontur im Zahnbereich bedingen und da die kranialen Abschnitte der seitlichen Ränder im Röntgenbild in Abhängigkeit der Strahlenführung wechselnden

Wandabschnitten entsprechen, muß zunächst festgestellt werden, daß alle bukkal davon gelegenen Wandbereiche der Krone keine Zeichnung hinterlassen. Sie sind der Röntgendiagnose nicht zugänglich. Mithin kann die diagnostische Aussage allein auf die seitliche und kraniale Markierung des Metallschattens ausgerichtet werden. Der seitwärts überragende Metallschatten im sublimbalen Bereich (Abb. 3 u. 4) entspricht der Zahnform.

Eine sichere Aussage darüber, ob der Kronenrand hier anliegt oder nicht, ist somit nicht zu machen.

1. Es muß daher davon ausgegangen werden, daß ein negativer Befund (keine sichtbare Stufenbildung) prinzipiell nicht der realen Situation zu entsprechen braucht.
2. Überragende Randpartien, die keine Stufe hinterlassen, sind im Sinne anliegender Ränder zu deuten.
3. Durch Winkelvariationen können bestehende Stufen dennoch zur Ansicht gelangen.

Im vorliegenden Fall ist es zunächst darauf angekommen, die Merkmale für die Bildbeeinflussungen vorzustellen, um sie dann an Hand weiterer Serien genauer zu erörtern.

Beurteilung:

Die Abzeichnung der anliegenden Metallkrone weist in keiner Projektion eine vorgetäuschte Stufe auf. Alle Bilder objektivieren mithin das Anliegen der Kronenränder im seitlichen Zahnbereich.

-6: Vollkrone mit absteihendem Randschluß

SERIE II



A

7

6

mesial-exzentrisch

5



m

1

orthodontial

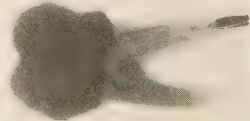


2

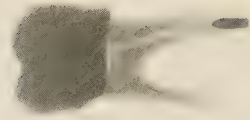
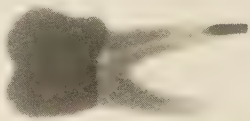
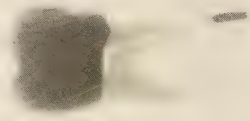
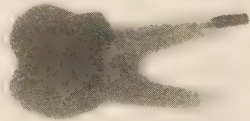
3

distal-exzentrisch

4



2



S e r i e : I I

-6: Vollkrone mit abstehendem Kronenrand

auf der distalen Approximalfläche unter Einbeziehung der vestibulären und oralen Kanten.

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Mitte der Linie zwischen mesialem und distalem Apex ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: -25°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

In der Serie II soll der Rand einer Vollkrone auf dem Röntgenbild beurteilt werden, der im Bereich der distalen Approximalfläche weder vestibulär noch oral eng anliegt.

Um in bezug auf die Ergebnisse der Serie I eine exakte Aussage machen zu können, sind die Aufnahmebedingungen (unter Berücksichtigung der veränderten anatomischen Situation) beibehalten worden.

Der vertikale Einstellwinkel beträgt -25 Grad.

Der Ansatzpunkt des Spitztubus befindet sich in der Mitte zwischen der mesialen und distalen Wurzelspitze. Die Röntgenaufnahmen und die ihnen entsprechenden Fotografien werden bei jeweils wechselnder horizontaler Einstellung aufgenommen. Die Anordnung der Abbildungen entspricht der der Serie I.

Der im Röntgenbild kaudal abgebildete Rand des Metallschattens entspricht wiederum prinzipiell dem oralen Kronenrand. Seine latero-distale Begrenzung resultiert von 2 nach 4 aus wechselnden seitlichen Abschnitten des Kronenrandes.

Bei zunehmender mesial-exzentrischer Projektion wandern die Abzeichnungsflächen des distalen Kronenrandes von 5 nach 7 zunehmend weiter nach bukkal, entsprechend wandern die der mesialen Begrenzung kontinuierlich nach oral.

Hierbei ist beachtenswert, daß die mesiale Kronenkante auf den Bildern 1, 2, 5, 6 u. 7 genau mit der Wurzel abschließt.

Die an der mesialen Seite der Krone konstatierbare laterale Ausbuchtung auf den Röntgenbildern 3 u. 4, entspricht dem mesio-bukkalen Bereich des Kronenrandes. Hier ist die Wurzelkontur wegen der geringeren Abzeichnungsfläche undeutlicher, sie ist jedoch bis zur Vorwölbung zu verfolgen. Ob der Kronenrand in diesem Bereich anliegt oder nicht, kann an Hand dieser Bildunterlage nicht beantwortet werden.

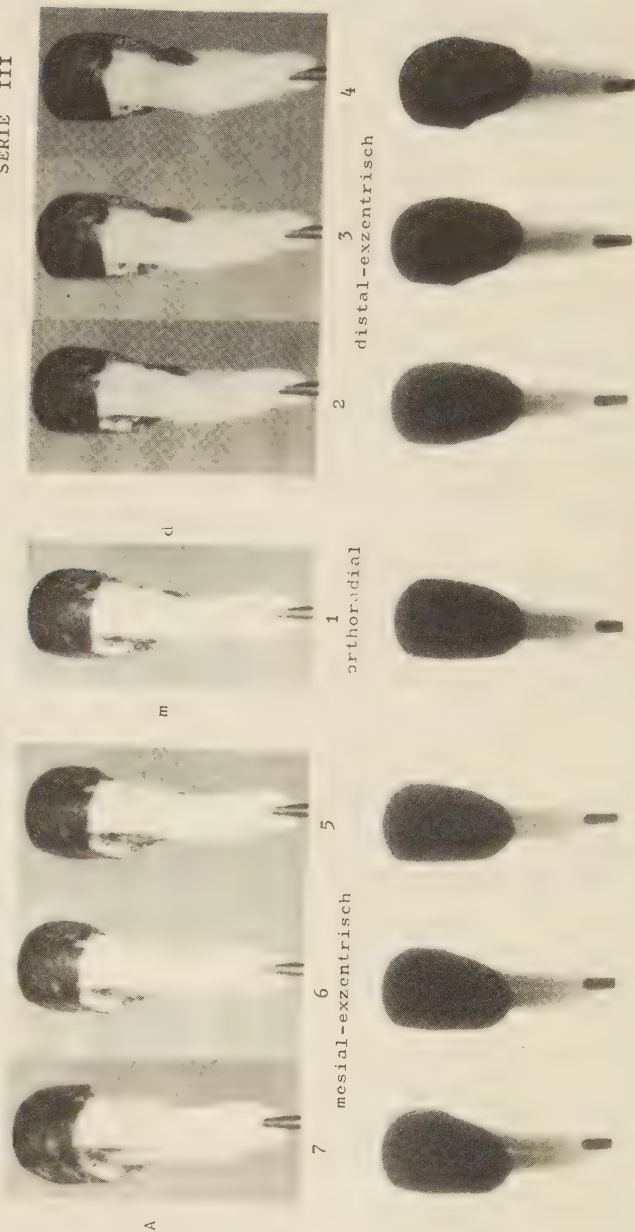
In Abhängigkeit der unterschiedlichen Einstellwinkel in der Horizontalebene entziehen sich unterschiedliche Zahnpartien der Beurteilung, was u.a. auch im Hinblick auf die röntgenologische Darstellung der Via falsa nicht ohne Bedeutung sein kann.

Beurteilung:

An Hand dieser Untersuchungsserie ist nachgewiesen, daß der abstehende distale Kronenrand auf allen Bildern die für die Röntgendiagnostik entscheidende Stufe erkennen läßt.

-4: Vollkrone, cervical allseitig abstehend

SERIE III



S e r i e : 111

-4: Vollkrone, cervical allseitig abstehend

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: -35°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

An einem weiteren Beispiel sollen die rontgenologischen Kontrollmöglichkeiten bei einer allseitig (ca. 2mm) abstehenden Krone eines unteren Praemolaren überprüft werden.

Wieder sind die Aufnahmebedingungen und die Anordnung der Abbildungen beibehalten worden. Der vertikale Winkel beträgt -35° Grad.

Das Hauptaugenmerk gilt dem oralen Kronenrand.

Die in Abb. 1 mit orthoradialem Strahlenverlauf aufgenommene Zahnkrone eines unteren Praemolaren, die überall absteht, kommt auf dem Röntgenbild B1 ohne Stufenbildung zur Darstellung. Erst bei den exzentrischen Projektionsrichtungen tritt die Stufenbildung deutlich hervor. So findet man bei distal-exzentrischer Projektion, insbesondere bei einem horizontalen Winkel von 10° und 15° Grad, eine deutliche Stufenbildung sowohl des mesialen als auch des distalen Kronenrandes dort, wo die orale in die proximale Fläche übergeht.

Andere Einblickmöglichkeiten ergeben sich bei mesial-exzentrischen Projektionen. Hier wird die abstehende Krone durch die in der Abb. 7 am disto-kaudalen Kronenrand abgebildete Stufe bestätigt, nicht jedoch die auf der mesio-oralen Approximalfläche, da hier der kaudale Kronenschatten lediglich durch eine über den wurzelschatten hinausgehende Ausbuchtung auffällt.

Die Fragwürdigkeit einer einzelnen Röntgenaufnahme zur Kontrolle des Kronenrandschlusses wird durch diese Aufnahmeserie deutlich.

Theoretisch waren mindestens 3 Röntgenaufnahmen zur Beurteilung des Kronenrandschlusses erforderlich, nämlich mesial- und distal-exzentrische sowie ortho-radiale Projektionen.

Bei der Besprechung der Röntgenaufnahmen des vorliegenden Falles sollte auch der auffallend lange Metallschatten im Vergleich zum Wurzelschatten Berücksichtigung finden.

Der übergroße Metallschatten auf den Röntgenbildern dieser Serie resultiert aus dem im oralen Gebiet überhängenden Kronenrand (Reihe A), der einen Teil des Wurzelschattens überlagert und somit die Wurzel verkürzt erscheinen läßt.

Schon PARMA (31) weist auf diese "indirekte" Möglichkeit hin, auf eine abstehende Krone aus dem Röntgenbild zu schließen.

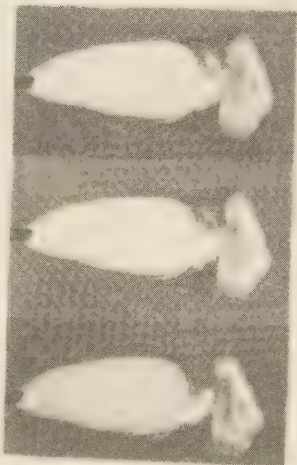
Ergibt eine "regelrecht" angefertigte Röntgenaufnahme eines Überkronen Zahnes einen übergroßen Metallschatten, so sollten klinische Kontrollen des Randschlusses oder (und) weitere Aufnahmen aus unterschiedlich exzentrischen Projektionsrichtungen angeschlossen werden.

Beurteilung:

Eine Aussage über den fehlenden Randschluß der Krone ist nur unter Heranziehung verschiedener exzentrischer Projektionen möglich.

+3: Richmondkrone mit mesial-approximal
fehlendem Randschluß

SERIE IV



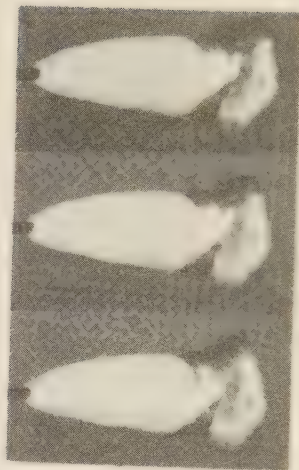
7 6 5

mesial-exzentrisch



1

orthoradial

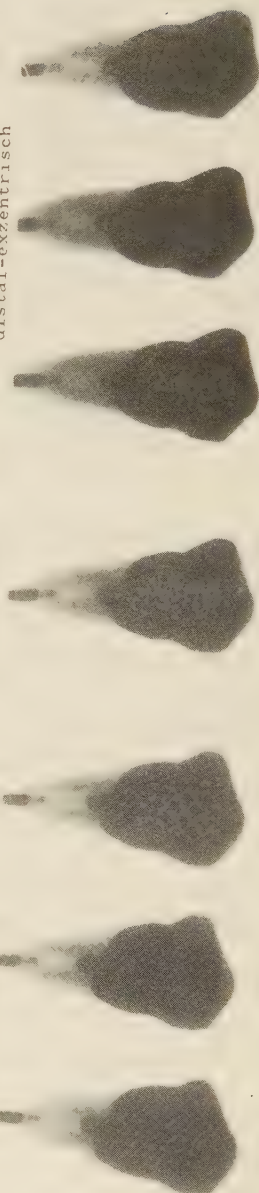


2

3

4

distal-exzentrisch



B

S e r i e : 1 V

+3: Richmondkrone mit mesial-approximal fehlendem
Randschluß

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze
ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Die im mesial-approximalen Bereich nicht randständige Richmondkrone auf einem oberen Eckzahn soll nach den bereits gemachten Untersuchungsergebnissen beurteilt werden. Ferner soll auf die röntgenologische Täuschungsmöglichkeit hingewiesen werden, die aus einem im Verhältnis zum Wurzelschatten übergroßen Kronenschatten resultieren kann.

Die Aufnahmebedingungen und Anordnung der Abbildungen entsprechen denen der Serie I.

Wie aus den Ausführungen der vorhergehenden Serien angenommen werden kann, wird das Röntgenbild keinen Aufschluß über den Randschluß der zu untersuchenden Richmondkrone geben können, da

1. der abstehende Kronenrand bukkalwärts von dem zur Darstellung gelangten Kronenrand liegt, und da
2. der Approximalraum, bedingt durch die apikale Strahlenführung, im massiven Metallschatten untergeht.

Die Röntgenbilder (Abb. 1-7) bestätigen diese Annahme. Es ist in keinem Fall bei wechselnden latero-lateralen Projektionen eine Stufenbildung zu erkennen.

Der übermäßig große Metallschatten, der nach den bei der Serie III gemachten Ausführungen auf eine allseitig abstehende Krone hinweisen könnte, ist auch bei dieser Serie auf allen Aufnahmen zu erkennen. Im vorliegenden Falle handelt es sich jedoch um eine übermäßig lange prothetische Krone.

Der Aussagewert einer Röntgenaufnahme bleibt bei einem übermäßig langen Metallschatten auf die Vermutung beschränkt, daß eine abstehende Krone vorliegen könne. Winkelvariationen in der Horizontalebene haben die Diagnose ebenfalls nicht ermöglicht.

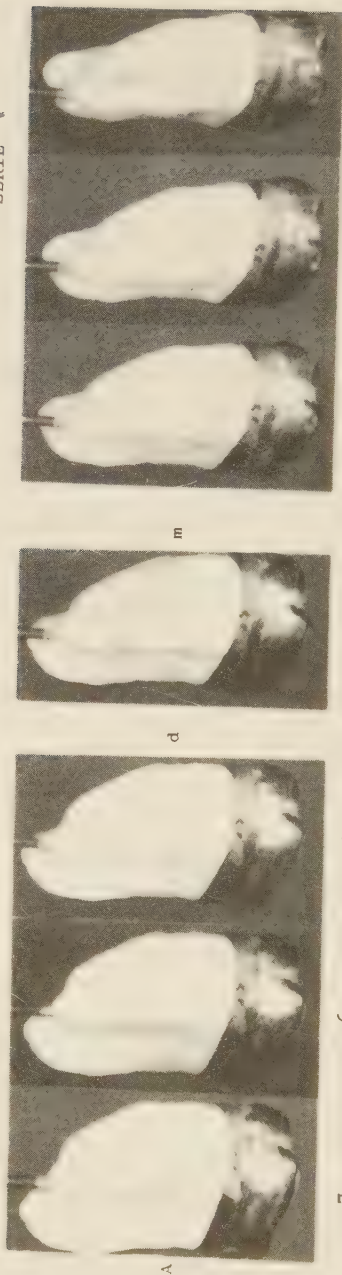
Von der Tatsache einer verlängerten Krone im Röntgenbild, kann man allein nicht auf eine cervikal abstehende Krone schließen.

Beurteilung:

An Hand der Röntgenaufnahmen konnte keine Stufenbildung nachgewiesen werden.

6+: Vollkrone mit fehlendem Randschluß
im vestibulären Bereich

SERIE V



S e r i e : V

6+: Vollkrone mit fehlendem vestibulären Randschluß

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Mitte des Dreiecks gerichtet, das von den Verbindungslinien der drei Wurzelspitzen gebildet wird.

Vertikaler Winkel: 25°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: distal-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Im vorliegenden Fall ist der Randschluß einer Krone eines oberen Molaren im vestibulären Bereich mangelhaft.

Die Aufnahmebedingungen entsprechen denen der Serie I.

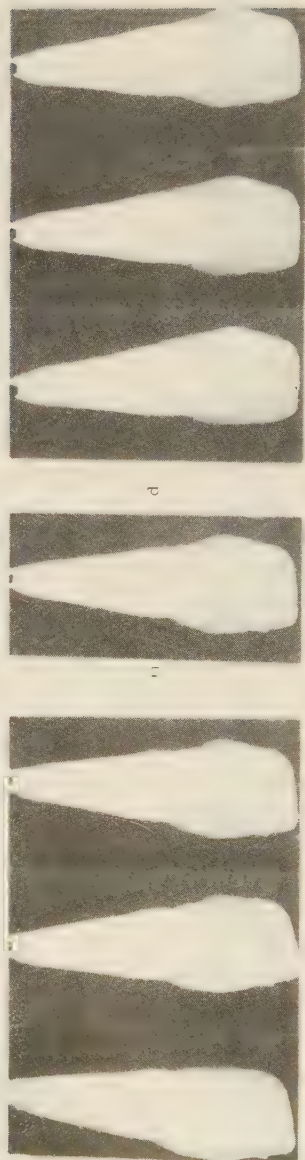
Beurteilung:

Die Röntgenkontrolle der Krone mit mangelhaftem Randschluß weist keine Stufenbildung auf.

Das Röntgenbild täuscht erwartungsgemäß bei allen Winkelvariationen in der Horizontalebene anliegende Kronenränder vor.

+1: Porzellan-Jacket-Krone mit fehlender Stufenpräparation
im mesio-approximalen Bereich

SERIE VI



A



B

S e r i e : VI

+1: Porzellan-Jacket-Krone mit fehlender Stufenpraparation im oro-cervikalen sowie mesio-approximalen Bereich

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

S e r i e : VII

+1: Kunststoff-Jacket-Krone mit fehlender Stufenpräparation im mesialen Approximalbereich

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

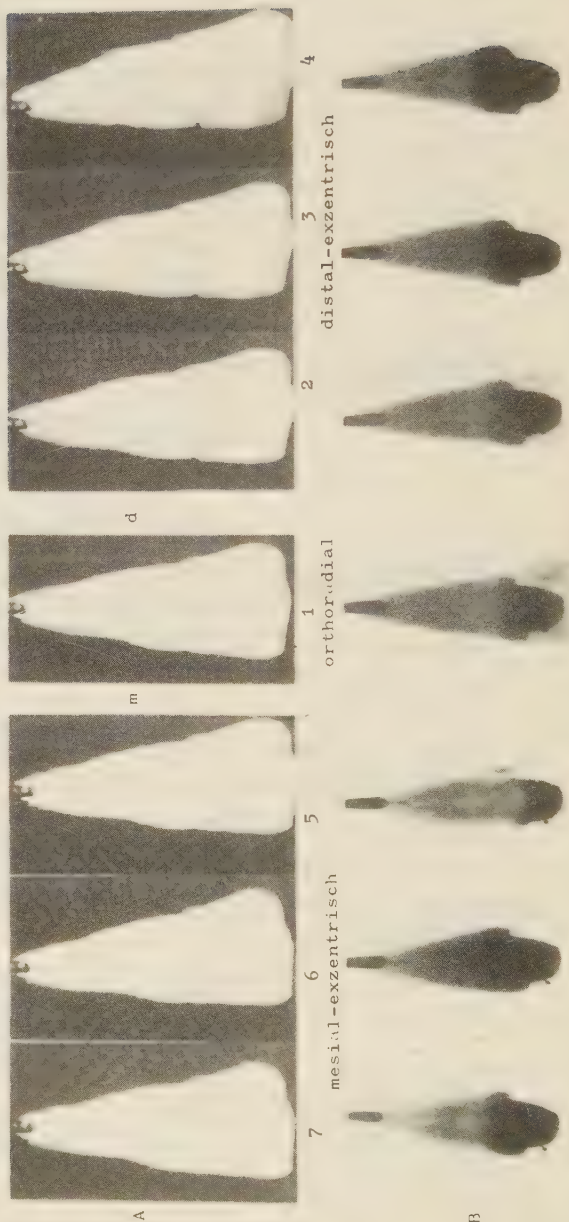
Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Reihe B: Kunststoff-Jacket-Krone nicht zementiert

Reihe C: Kunststoff-Jacket-Krone zementiert.

+1: Kunststoff-Jacket-Krone mit fehlender Stufenpräparation
im mesio-approximalen Bereich
Reihe B: nicht zementiert

SERIE VII



Der diagnostische Wert einer röntgenologischen Kontrollaufnahme über den Randschluß einer prothetischen Krone wurde bisher nur an Metallkronen untersucht. Die massive Schattenverdichtung der Metalle schränkt den röntgenologischen Aussagewert erheblich ein.

Die nachfolgenden Serien sollen die röntgenologischen Möglichkeiten zur Beurteilung der Randständigkeit, bzw. der Präparation des Zahnes darlegen.

Die Untersuchungen sind

1. an einer zementierten Porzellan-Jacket-Krone (Serie VI)
 2. an einer zementierten (Serie VII C) sowie nicht zementierten (Serie VII B) Kunststoff-Jacket-Krone
- vorgenommen worden.

Die Aufnahmebedingungen und die Anordnung der Abbildungen entsprechen denen der Serie I.

Die in der Serie VI abgebildete Porzellan-Jacket-Krone weist eine Schattenverdichtung auf, die etwa der des Dentins im Zahnwurzelgebiet entspricht.

Die Abgrenzung der prothetischen Krone vom präparierten Stumpf wird ungenau durch den Zement deutlich.

Die halbmondförmige Kontur auf den Abbildungen der Serie VI Reihe B und der Serie VII Reihe C (mit einem Pfeil markiert) entspricht dem oralen Teil der cervikalen Kronenstufe.

Die Schattenlinie, die durch zwei Pfeile markiert ist, gibt den vestibulären Verlauf der Kronenstufe wieder. Die undeutliche seitliche Abknickung des Zementschattens (im Bild markiert) entspricht der Abknickung auf der approximalen Kronenseite, die für die Präparation von Frontzahn-Jacket-Kronen charakteristisch ist.

Reihe C: zementiert

SERIE VII



7 mesial-exzentrisch
6
5
1 orthoradial
d
2
3 distal-exzentrisch
4

Die Absorptionsfähigkeit des Porzellans für Röntgenstrahlen ist gerade groß genug, um sie röntgenologisch darstellen zu können (Serie VI B).

Kunststoff-Jacket-Kronen zeichnen sich hingegen so gut wie gar nicht ab.

In Serie VII Reihe B ist es zusätzlich zur Überstrahlung im Bereich der disto-approximalen Stufe gekommen.

Eine röntgenologische Beurteilung der nicht zementierten Jacketkrone ist unmöglich.

Erst im zementierten Zustand ist eine röntgenologische Kontrollmöglichkeit gegeben, wenn man die seitliche Abknickung des Zementschattens als Bezugslinie heranzieht. Sie besteht unabhängig vom gewählten prothetischen Material der Krone.

Diese seitliche Abknickung wird in orthoradialer Strahlenführung in ihrem gesamten Ausmaß sichtbar.

Stimmen Stumpf- und Kronenstufe an dieser Stelle überein, so wird auch auf dem Röntgenbild die horizontale Verdichtungslinie mit dem Wurzelschatten abschließen (siehe Serie VI Abb. 1 und Serie VII Abb. 1 Reihe, C distal-approximal).

Im gegenteiligen Falle ist auch mit einem fehlenden Stufenabschluß zu rechnen (siehe Serie VI Abb. 1 und Serie VII Abb. 1 Reihe C distal-approximal).

Da die gewählte Bezugslinie nur in orthoradialer Strahlenführung frei von Überlagerungen dargestellt werden kann, entfällt eine differenziertere Beurteilung von Jacket-Kronen durch exzentrische Aufnahmen.

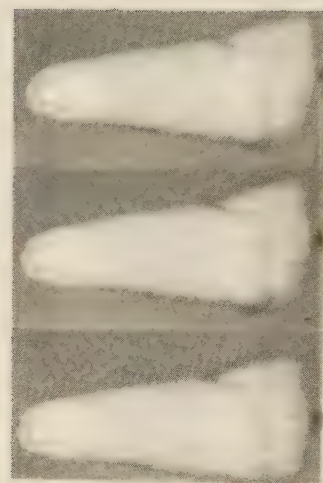
Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß eine röntgenologische Kontrolle von Jacket-Kronen nur im zementierten Zustand und dann bei apikaler Projektion nur in orthoradialer Strahlenführung möglich ist.

Zusammenfassung der röntgenologischen Beurteilungsmöglichkeiten der Randständigkeit von prothetischen Kronen.

1. Ein negativer Röntgenbefund (keine Stufenbildung) braucht nicht der realen Situation zu entsprechen (Serie I).
2. Überragende Kronenränder, die auf dem Röntgenbild keine Stufe hinterlassen, können durch Winkelvariationen möglicherweise zur Ansicht gebracht werden (Serie I).
3. Der röntgenologische Aussagewert über die Randständigkeit einer prothetischen Krone erstreckt sich grundsätzlich auf zwei Abschnitte, die dem Übergang des oralen in den approximalen Rand der Krone entsprechen (Serie I u. II).
4. Röntgendiagnostische Irrtümer können durch Projektionen in der Horizontalebene reduziert werden (Serie III).
5. Der ungewöhnlich lange Metallschatten einer prothetischen Krone im Röntgenbild ist kein Kriterium für eine abstehende Krone (Serie III u. IV).
6. Eine röntgenologische Kontrolle von Jacket-Kronen aus Porzellan oder Kunststoff kann nur im zementierten Zustand erfolgen und dann bei apikaler Projektion nur aus orthoradialer Strahlenrichtung (Serie VI u. VII).

1+: Wurzelresektion mit gerader schräger Schnittfläche
und abschließender Wurzelfüllung

SERIE VIII

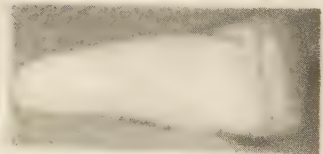


4

3

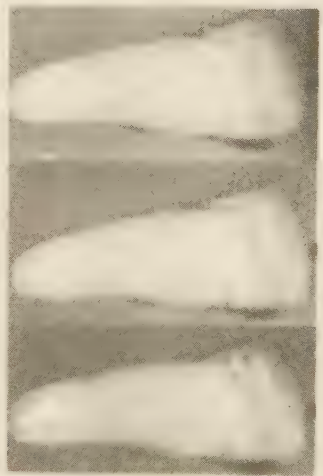
2

mesial-exzentrisch



1

orthoradial

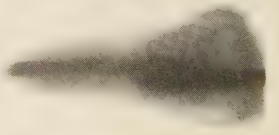
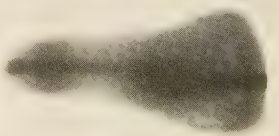
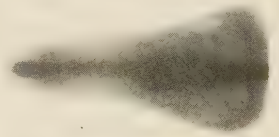
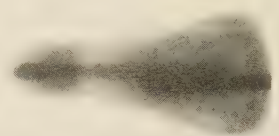
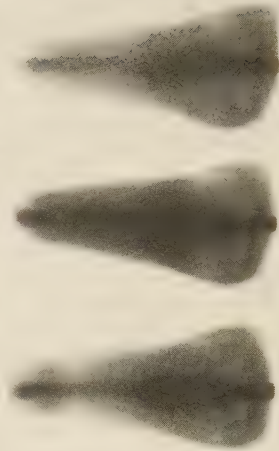


7

6

5

distal-exzentrisch



m

c

A

B

Zur operativen Entfernung der Wurzelspitzen von Zähnen bieten sich im wesentlichen drei Möglichkeiten der Gestaltung der Resektionsfläche an.

In den nachfolgenden Serien:

Serie VIII: Wurzelspitzenresektion mit gerader schräger Schnittfläche

Serie IX: Wurzelspitzenresektion mit gerader ausgehöhlter Schnittfläche

Serie X: Wurzelspitzenresektion mit gerader horizontaler Schnittfläche

sind drei mögliche Resektionsflächen mit unterschiedlichen horizontalen und gleichbleibenden vertikalen Winkeleinstellungen an Frontzähnen untersucht worden.

An Hand des vorgelegten Bildmaterials soll auf die projektorischen Abbildungsvariationen dieser Resektionsflächen hingewiesen werden.

Außerdem sollen Interpretationsirrtümer herausgestellt werden, die bei der Beurteilung der Wurzelkanalabfüllung auftreten können.

S e r i e : VIII

1+: Wurzelspitzenresektion mit gerader schräger Schnittfläche und abschließender Wurzelfüllung

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Resektionsfläche gerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

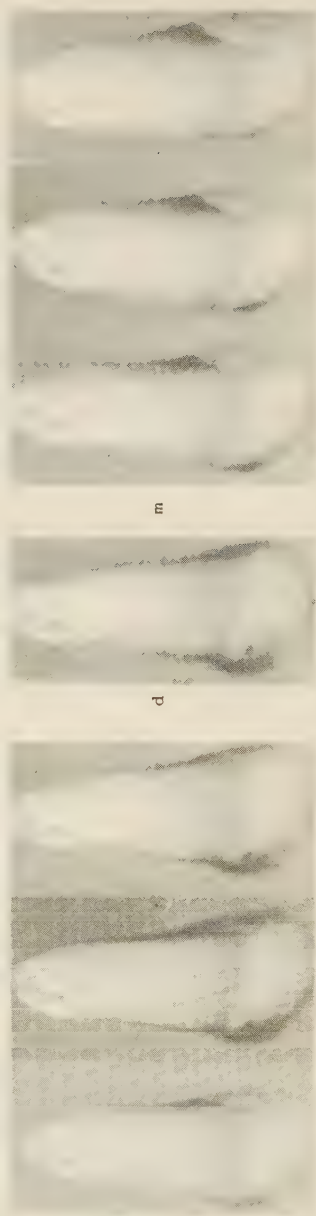
Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch (2= 5° , 3= 10° , 4= 15°)

Links: distal-exzentrisch (5= 5° , 6= 10° , 7= 15°)

3+: Wurzelresektion mit gerader ausgehöhlter Schnittfläche
und abschließender Wurzelfüllung

SERIE IX



7 distal-exzentrisch 6 distal-exzentrisch 5 orthoradial 2 mesial-exzentrisch 3 mesial-exzentrisch 4



B

S e r i e : IX

3+: Wurzelspitzenresektion mit gerader ausgehöhlter
Schnittfläche und abschließender Wurzelfüllung

Ansatzpunkt des Spitzttubus auf die Resektions-
fläche gerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: distal-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

S e r i e : X

+3: Wurzelspitzenresektion mit gerader horizontaler
Schnittfläche und fehlendem Abschluß der Wurzel-
füllung

Ansatzpunkt des Spitzttubus auf die Resektions-
fläche gerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

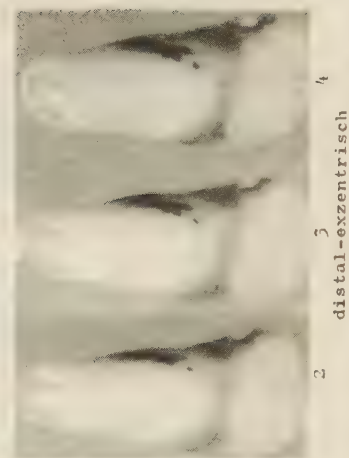
Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

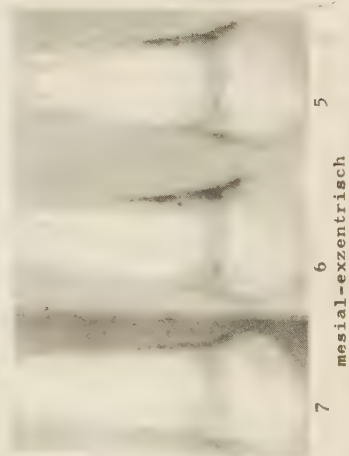
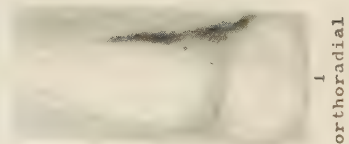
Um einen Vergleich zu ermöglichen, entsprechen die Auf-
nahmebedingungen und die Anordnung der Abbildungen denen
der vorangegangenen Serien.

+3: Wurzelresektion mit gerader horizontaler Schnittfläche
und fehlendem Abschluß der Wurzelfüllung

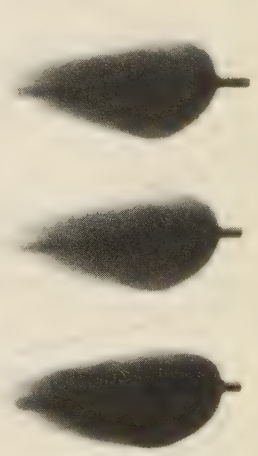
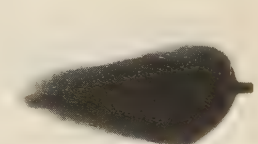
Fig. 1



d



A



B

Das Hauptaugenmerk der einzelnen Serien gilt zunächst der röntgenologischen Abzeichnung der Wurzelfüllung an der Resektionsfläche.

Die Verlaufsrichtung der Resektionsflächen und die anatomische Situation im Oberkiefer erlauben es nicht, den Zentralstrahl entlang der Resektionsfläche zu führen.

Die Röntgenaufnahmen der Serie VIII zeigen hinsichtlich der Wurzelfüllung an der Resektionsfläche ein recht einheitliches Bild. Der palatinale Anteil der Resektionsfläche wird durch das geringe Ausmaß der durchstrahlten Zahnschubstanz mit geringerer Schattenintensität abgebildet. Er umgibt die Wurzelfüllung kranial haubenförmig.

Eine genaue Röntgenkontrolle über den Abschluß der Wurzelfüllung mit der Resektionsfläche ist deshalb nicht möglich. Sie wird darauf aufgebaut sein, daß das Kanalinnere in der Mehrzahl der Fälle mehr oder weniger zentral liegt, so daß das Ende der Wurzelfüllung in der Mitte zwischen dem oralen und vestibulären Rand der Resektionsfläche zu erwarten ist.

Der unter gleichen Bedingungen aufgenommene Zahn der Serie IX ist bei vorliegendem Abschluß der Wurzelfüllung mit der Resektionsmulde weitaus schwieriger zu beurteilen.

Mit der muldenförmigen Gestaltung der Resektionsfläche werden der oberhalb der Wurzelfüllung gelegene palatinale Zahnstumpfanteil vergrößert und das Ausmaß der in Strahlenrichtung gelegenen Zahnschubstanz verändert. Daraus ergibt sich im Röntgenbild gegenüber dem ersten Fall eine reduzierte Schattenverdichtung der oralen Anteile, die sich oberhalb der Wurzelfüllung abbilden. Dadurch wird die genaue Beurteilung der Situation erschwert.

In der Serie X wird die röntgenologische Darstellung einer horizontalen geraden Resektionsfläche mit einer unvollständigen Wurzelfüllung untersucht.

Auf den Röntgenaufnahmen, die mit orthoradialer und mesial-exzentrischer Projektion hergestellt worden sind, gibt der schmale mesial-approximale Anteil des Resektionsgebietes keine Schattenzeichnung, so daß man irrtümlich auf eine falsche operative Gestaltung der Resektionsfläche schließen könnte.

Erst bei distal-exzentrischer Projektion (Abb. 4) reichen die Zahnausmessungen in der Strahlenrichtung dort aus, eine Zeichnung zu hinterlassen.

Röntgenologisch kann man den fehlenden Abschluß der Wurzelfüllung mit der Resektionsfläche nicht erkennen.

Vergleichend muß festgestellt werden, daß die röntgenologische Beurteilung der Resektionsfläche und der dort abschließenden Wurzelfüllung durch die anatomische Situation und die schräge Strahlenführung (apikale Projektion) erschwert ist.

Die unsichere röntgenologische Information sollte deshalb nicht noch zusätzlich durch eine röntgenologisch schwierig zu beurteilende Gestaltung der Resektionsfläche vergrößert werden.

Die vergleichende Untersuchung der Röntgenaufnahmen von unterschiedlich resezierten Zahnwurzeln zeigt, daß der Resektion mit gerader schräger Schnittfläche der Vorrang einzuräumen ist und die Irrtumsmöglichkeiten am geringsten sind.

Beurteilung:

- Serie VIII: Bei einer Wurzelspitzenresektion mit gerader schräger Schnittfläche ist auf dem Röntgenbild mit einem Abschluß der Wurzelfüllung an der Resektionsfläche zu rechnen.
- Serie IX: Bei einer Wurzelspitzenresektion mit gerader ausgehöhlter Schnittfläche wirkt sich die Gestaltung der Resektionsfläche für die diagnostische Auswertung des Röntgenbildes durch vermehrte Irrtumsmöglichkeiten ungünstig aus.
- Serie X: Bei einer Wurzelspitzenresektion mit gerader horizontaler Schnittfläche ist eine röntgenologische Aussage über die Randständigkeit der Wurzelfüllung infolge der Überstrahlung schmaler Zahnpartien unmöglich.

Zusammenfassung:

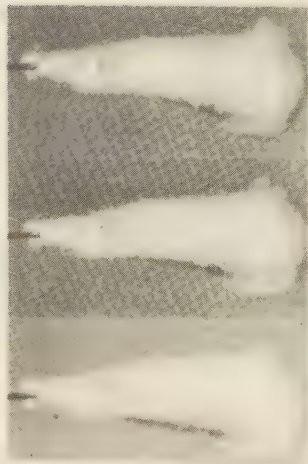
Die röntgenologische Beurteilung der Resektionsfläche und der dort abschließenden Wurzelfüllung ist von den anatomischen Gegebenheiten, der operativen Gestaltung der Resektionsfläche sowie von der Strahlenführung abhängig.

Da die Projektionen aus anatomischen Gründen nicht beliebig flach gehalten werden können, wird die Information in erster Linie von der Resektionsfläche bestimmt.

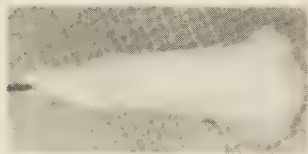
Der Resektion mit gerader schräger Schnittfläche ist der Vorrang einzuräumen, da die Darstellungen am übersichtlichsten und die Irrtumsmöglichkeiten am geringsten sind.

3+: mit oraler Perforation

SERIE XI

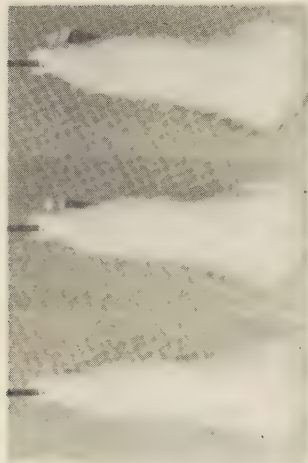


A



d

m



7

distal-exzentrisch

6

5

1

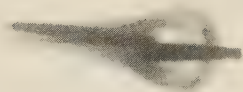
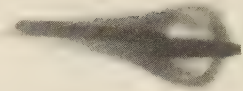
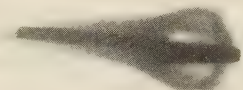
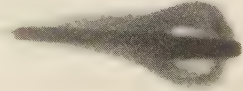
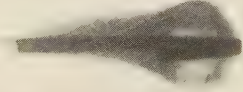
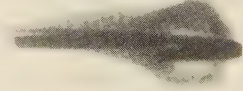
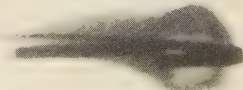
orthoradial

2

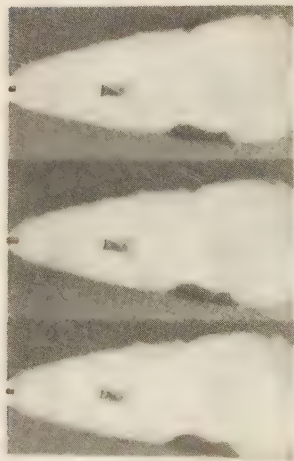
mesial-exzentrisch

3

4



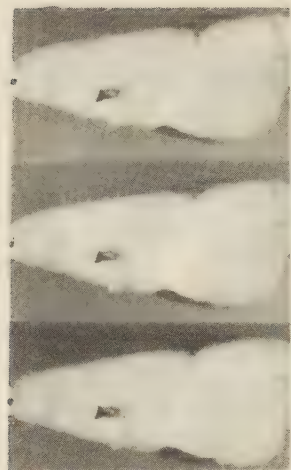
B



A



d



m

7

6

5

distal-exzentrisch

1

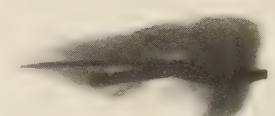
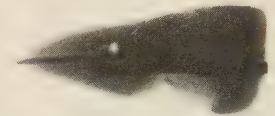
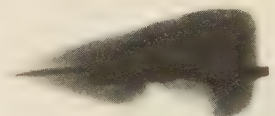
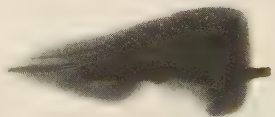
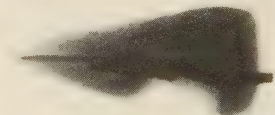
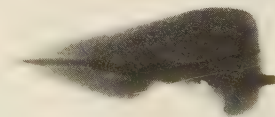
orthoradial

2

3

4

mesial-exzentrisch



B

S e r i e : XI

3+: mit oraler Perforation

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch (2= 5° , 3= 10° , 4= 15°)

Links: distal-exzentrisch (5= 5° , 6= 10° , 7= 15°)

Wurzel- und Perforationskanal sind durch eingeführte Millernadel bzw. Wurzelstift markiert.

S e r i e : XII

1+: mit vestibulärer Perforation

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

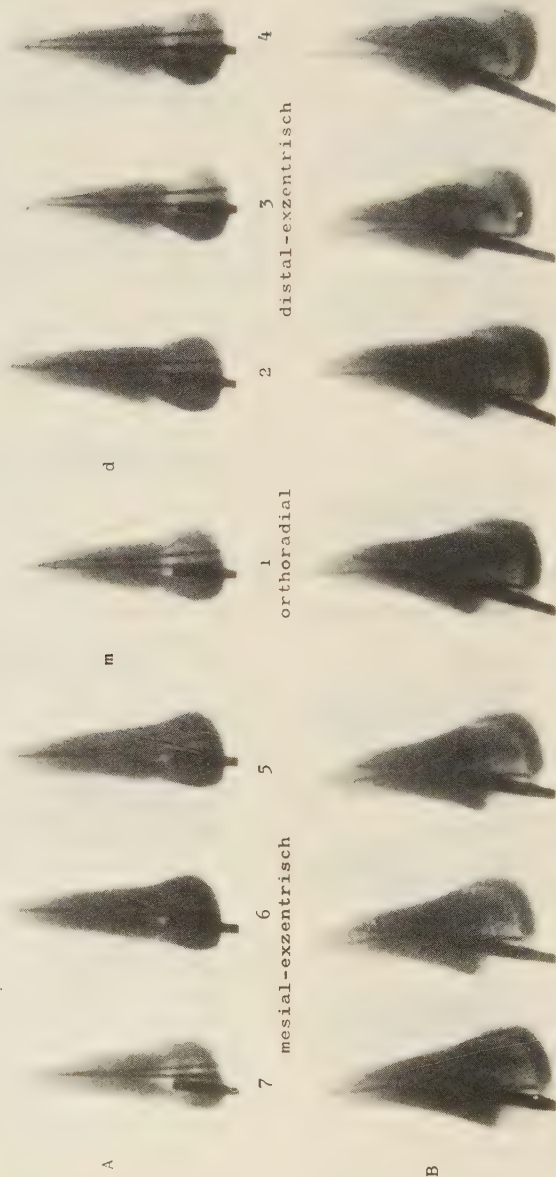
Rechts: mesial-exzentrisch (2= 5° , 3= 10° , 4= 15°)

Links: distal-exzentrisch (5= 5° , 6= 10° , 7= 15°)

Wurzel- und Perforationskanal sind durch eingeführte Millernadel bzw. Wurzelstift markiert.

- A +3: mit oral gerichteter Via falsa
ohne Perforation der Wurzeloberfläche
- B +3: mit vestibulär gerichteter Via falsa
ohne Perforation der Wurzeloberfläche

SERIE XIII



A

B

S e r i e : XIII

A +3: mit oral gerichteter Via falsa ohne Perforation
der Wurzeloberfläche

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze
ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Wurzel- und Perforationskanal sind durch einge-
führte Millernadeln markiert.

B +3: mit vestibulär gerichteter Via falsa ohne Per-
foration der Wurzeloberfläche

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze
ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

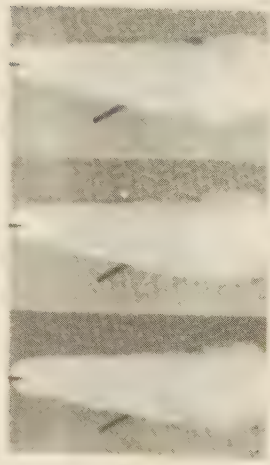
Rechts: distal-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: mesial-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

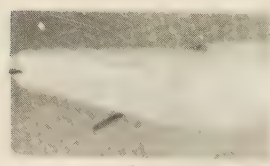
Wurzel- und Perforationskanal sind durch einge-
führte Millernadeln markiert.

+3: mit approximaler Perforation

SERIE XIV

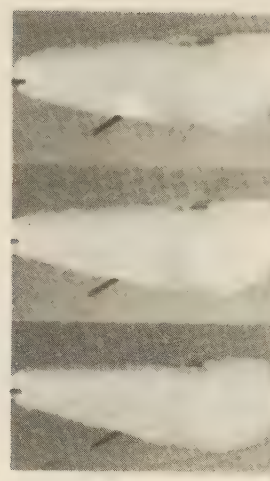


A



m

d



7 6 mesial-exzentrisch

1 orthoradial

2 3 4 distal-exzentrisch



B

S e r i e : XIV

+3: mit approximaler Perforation

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 45°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: distal-exzentrisch (2= 5° , 3= 10° , 4= 15°)

Links: mesial-exzentrisch (5= 5° , 6= 10° , 7= 15°)

Wurzel- und Perforationskanal sind durch eingeführte Millernadeln markiert.

Die Versuchsbedingungen sowie die Anordnung der Abbildungen sind beibehalten worden.

Bei der röntgenologischen Beurteilung einer Via falsa richtet sich das Hauptaugenmerk auf die jeweils markierten Wurzel- bzw. Perforationskanäle sowie auf die Lageveränderungen der Markierungsstifte bei wechselnden latero-lateralen Projektionen.

Auf der Röntgenaufnahme mit orthoradialer Einstellung der Serie XI (Abb. 1) ist der Wurzelkanal auf den oral liegenden Wurzelstift projiziert worden. Diese Aufnahme würde zu einer falschen Beurteilung führen.

Erst durch die Hinzuziehung weiterer Röntgenaufnahmen (exzentrische Projektionen) gelingt es, den Wurzelstift von der Wurzelkanalrichtung projektivisch abzutrennen (Abb. 2, 5 u. 6).

Auf den Zahnaufnahmen, die mit extrem exzentrischen Projektionen hergestellt worden sind (Abb. 4 u. 7), verläßt der Wurzelstift apexfern den Zahnschatten, d.h. nicht am Apex des anatomischen Wurzelkanales.

Auch in der Serie XII (vestibuläre Perforation) ist bei der orthoradialen Strahlenführung noch kein sicherer Anhaltspunkt für eine Via falsa zu erkennen.

In den exzentrischen Aufnahmen wandert der Wurzelstift entsprechend seiner Lage im Strahlengang und weicht von der Richtung des Wurzelkanales ab.

Der Wurzelstift liegt mithin nicht im vorgesehenen Wurzelkanal. Durch die im mittleren Wurzel Drittel liegende Perforation, durch den nur wenige Millimeter aus dem Zahn herausragenden Wurzelstift und durch die anatomische Form der Wurzel - großer mesio-distaler Durchmesser - gelingt es bei den gewählten Projektionen nicht, den Wurzelstift so abzubilden, daß er den Wurzelschatten verläßt.

Eine derart lokalisierte Perforation kann röntgenologisch nicht nachgewiesen werden.

In der dritten Serie (Serie XIII) sollen zwei Fälle untersucht werden, bei denen eine Via falsa besteht, die jedoch nicht die Wurzeloberfläche erreicht (A oralwärts; B vestibulärwärts).

Die Röntgenaufnahmen der Reihe A (orthoradiale und exzentrische Einstellungen) zeigen, daß der markierte fragile Kanal von der Richtung des Wurzelkanales abweicht. In keiner Aufnahme verläßt die Millernadel in der Via falsa den Zahnschatten.

Diese Ausführungen gelten ebenso für die Via falsa ohne Perforation in vestibulärer Richtung (Reihe B).

Die Abbildungen der Serie XIII entsprechen denen der Serie XII insofern, als der fehlende Austritt des Perforationsstiftes aus dem Wurzelschatten keine definitive Aussage zuläßt, ob es schon zu einer Perforation gekommen ist oder nicht.

Um Richtlinien für die röntgenologische Darstellung der Perforation zu finden, soll abschließend die approximal lokalisierte Perforation untersucht werden (Serie XIV).

War es bei den oral und vestibulär gelegenen Perforationen notwendig, den Perforationsstift durch exzentrische Strahlenführungen freizuprojizieren, so entfällt dies bei der approximalen Perforation. Sowohl auf der orthoradialen als auch exzentrischen Aufnahme zeigt sich fast gleichbleibend die Abweichung der Perforationsnadel vom Wurzelkanal.

Sie verläßt apexfern den Wurzelschatten.

Der kraniale Endpunkt der Via falsa und der apikal gelegene Endpunkt des Wurzelstiftes der Serie XI sind bei orthoradialer Einstellung übereinanderprojiziert. Zieht man die distal-exzentrische Projektion (Abb. 7) zum Vergleich heran, dann zeigt sich, daß der oral gelegene Endpunkt des Perforationsstiftes weniger in Strahlenrichtung wandert als die Wurzel und weniger als der Bezugspunkt auf dem Wurzelkanal.

Der apikale Endpunkt der Via falsa ist auf Abb. 7 (distal-exzentrisch) der Serie XII gegenüber Abb. 1 (mesial-exzentrisch) mehr in Strahlenrichtung gewandert als der Bezugspunkt auf dem Wurzelkanal.

Die Perforationsstelle liegt deshalb vestibulär.

In Serie XIII Reihe A Abb. 1 (orthoradial) und Abb. 4 (distal-exzentrisch) ist der oral gelegene Endpunkt der Via falsa weniger in Strahlenrichtung gewandert als der Bezugspunkt.

Die gewählten horizontalen Röhreneinstellungen führen in der Serie XIII Reihe B zu keiner signifikanten Abweichung der Bezugspunkte zueinander.

Eine Lagebestimmung der Via falsa ist mit Hilfe der vorliegenden Aufnahmen nicht möglich.

Beurteilung:

Serie XI: Bei den extem exzentrischen Einstellungen (Abb. 4 u. 7) verläßt der Wurzelstift apex-fern den Wurzelschatten.
Der Wurzelstift wandert weniger in Strahlenrichtung als der Wurzelkanal.
Der Röntgenbefund bestätigt eine Via falsa mit Perforation der oralen Wurzeloberfläche.

Serie XII: Der Wurzelstift weicht auf den Röntgenaufnahmen von der Wurzelkanalrichtung ab. Er wandert weniger in Strahlenrichtung als der Wurzelkanal.
Der Röntgenbefund täuscht eine vestibuläre Via falsa ohne Perforation vor.

Serie

XIII A: Auf den Röntgenaufnahmen weicht die eingeführte Millernadel vom Wurzelkanalverlauf ab. Sie wandert weniger in Strahlenrichtung als der Wurzelkanal.
Der Röntgenbefund bestätigt eine orale Via falsa.

B: Bei unterschiedlichen horizontalen Einstellungen weicht das eingeführte Instrument von der Wurzelkanalrichtung ab. Eine Lagebestimmung ist hier nicht möglich.
Der Röntgenbefund deutet auf eine Via falsa hin.

Serie XIV: Die Röntgenzeichen bestätigen eine Via falsa mit Perforation der Wurzeloberfläche.

Zusammenfassung:

1. Mit unterschiedlichen horizontalen Röhreneinstellungen kann festgestellt werden, ob eine Abweichung von der Richtung des Wurzelkanales vorliegt.
2. Diese Richtungsabweichung kennzeichnet die Via falsa. Eine Perforation ist dann zu diagnostizieren, wenn das eingeführte Instrument die Wurzeloberfläche auf dem Röntgenbild erreicht.
3. Eine Abgrenzung von vestibulärer zu oraler Perforation ist mit Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Einstellungen möglich.

Ein Röntgenbild soll vor einer geplanten Wurzelfüllung Aufschluß über die vorliegenden Kanalverhältnisse geben und abschließend eine Kontrolle der Wurzelfüllung ermöglichen.

In beiden Fällen können röntgenologische Irrtümer zur falschen Beurteilung der Situation führen. Es gilt, diese zu erkennen, sie wenn möglich auszuschalten oder sie bei der Röntgendiagnose zu berücksichtigen.

Die Röntgenaufnahmen vor der Wurzelfüllung dient im wesentlichen der Aufklärung der Wurzelkanalverhältnisse, insbesondere dem Wurzelkanalverlauf.

Aus den Röntgenaufnahmen der vorangegangenen Serien läßt sich entnehmen, daß mehrere Aufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen unerläßlich sind, will man der vielgestaltigen Konfiguration und damit den vermehrten Abzeichnungsmöglichkeiten insbesondere von mehrwurzeligen Zähnen Rechnung tragen.

Die drei Wurzeln des Oberkiefermolaren aus der Serie V werden bei orthoradialem Strahlenverlauf ineinander projiziert. In den distal-exzentrischen Projektionen (Abb. 2, 3 u. 4) werden die genannten Wurzeln freiprojiziert, so daß durch das geringe Ausmaß der zu durchdringenden Wurzelmasse die Kanäle der jeweiligen Wurzeln sichtbar werden. In den zuletzt genannten Projektionen und in den mesial-exzentrischen bleibt der bucco-distale Wurzelkanal verdeckt.

Somit entzieht sich dieser Kanal der diagnostischen Beurteilung. Deshalb kann keine Aussage über Verlauf, fragliche Obliteration, Dentikel etc. gemacht werden, die für vorbereitende Maßnahmen für eine erfolgversprechende Wurzelfüllung nicht ohne Bedeutung sein können.

Durch eine Torsion der graziilen Praemolarenwurzel (Serie III) gelangt der bukkio-mesiale bzw. oro-distale Wurzelrand schon bei der orthoradialen Projektion zur Darstellung, was sich im Röntgenbild als Schattenintensitätsabnahme mesial bzw. distal vom intensiven Wurzelschatten ausmacht.

In der am weitesten mesial-exzentrischen Projektion wird der massive Wurzelschatten deutlich, was durch den orthograden Verlauf der Röntgenstrahlen entlang der Wurzelflächen bedingt ist.

Bemerkenswert ist, daß bei der zuletzt genannten Aufnahme der feine Wurzelkanal sich am deutlichsten markiert, während er in der mesialen Projektion sich im undeutlichen Wurzelschatten verliert.

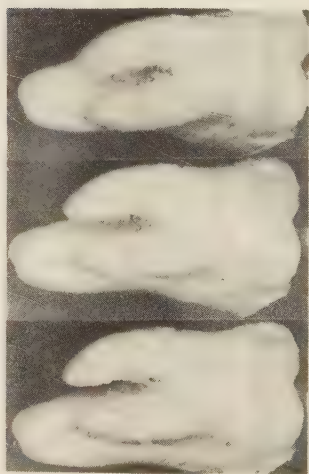
Ähnlich gelingt es erst durch mehrere horizontale Winkelleinstellungen über den Verlauf der Wurzelkanäle eines unteren Molaren der Serie II Aufschluß zu erlangen.

Die Abzeichnung der mesialen Wurzelkanäle geht im massiven Dentinschatten der Wurzel unter (Abb. 2, 3 u. 4). Erst wenn die in kaudo-kranialer Richtung liegende Dentinschicht schmaler wird - wie im Bereich der spitz auslaufenden mesialen Wurzel - erscheint die Kanalzeichnung wieder.

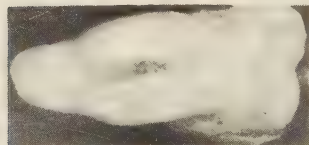
Die Röntgenkontrolle nach erfolgter Wurzelfüllung dient der Beurteilung der Randständigkeit und des apikalen Abschlusses der Wurzelfüllung.

6+: bis zum Apex wurzelgefüllter Molar

SERIE XV



A



B



7 distal-exzentrisch

6

5

1 orthoradial

2

3 mesial-exzentrisch

4



B

S e r i e : XV

6+: bis zum Apex wurzelgefüllt

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Mitte des Dreiecks gerichtet, das von den Verbindungslinien der drei Wurzelspitzen gebildet wird.

Vertikaler Winkel: 25°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: distal-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

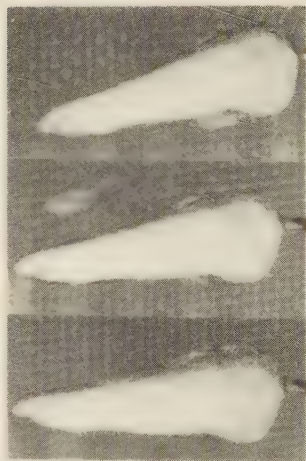
Bei apikaler Strahlenführung wandern die bukkalen Wurzeln mehr in der Strahlenrichtung als die Gaumenwurzeln. Sie werden bei orthoradialer Einstellung auf die palatinale Wurzel projiziert.

Die Wurzelspitze der palatinalen Wurzel bleibt bei allen Projektionen überlagerungsfrei, so daß hier in jedem Falle eine Beurteilung der endständigen Wurzelfüllung möglich ist.

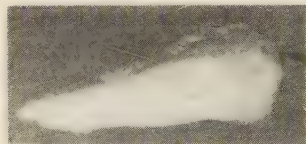
Bei den extrem exzentrischen Projektionen gelingt es, eine der beiden bukkalen Wurzeln freizuprojizieren, so daß eine Beurteilung der Wurzelfüllung möglich ist.

4+: wurzelgefüllter Praemolar.

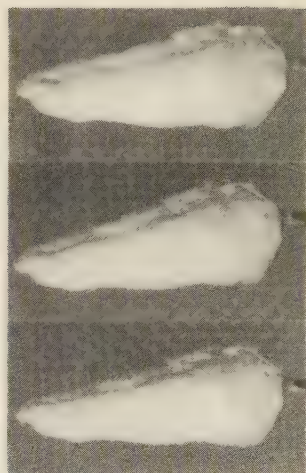
SERIE XVI



A



d



m

7 distal-exzentrisch

6

5

1 orthoradial

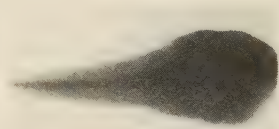
2 mesial-exzentrisch

3

4



B



Die bei mesial-exzentrischer Strahlenführung freiprojizierte disto-bukkale Wurzel zeigt, daß die Wurzelfüllung unterhalb der Apexspitze endet.

Die bei distal-exzentrischer Strahlenführung freiprojizierte mesio-bukkale Wurzel zeigt, daß die Wurzelfüllung vor dem eigentlichen Apex endet.

In beiden Fällen werden durch die apikale Strahlenführung orale Wurzelspitzenanteile so auf dem Röntgenbild abgebildet, daß die Wurzelfüllung scheinbar unterhalb des Apex liegt.

S e r i e : XVI

4+: einwurzeliger Praemolar dessen zwei Wurzelkanäle bis zum Apex gefüllt sind

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 35°

Mitte: orthoradial (1)

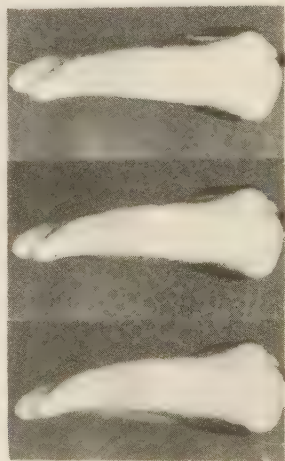
Rechts: mesial-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: distal-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Durch wechselnde horizontale Einstellungen ist es gelungen, die beiden Wurzelkanäle freizuprojizieren (Abb. 7) und den apikalen Abschluß der Wurzelfüllung zu bestätigen.

4+: zweiwurzeliger wurzelgefüllter Praemolar

SERIE XVII



A



d



m

7

6

5

distal-exzentrisch

1

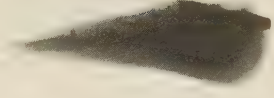
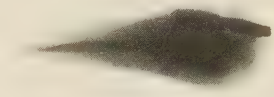
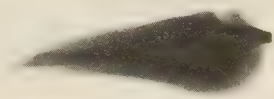
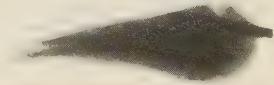
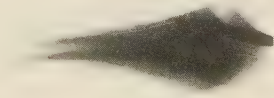
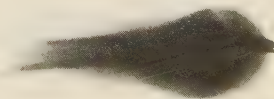
orthoradial

2

3

4

mesial-exzentrisch



B

S e r i e : XVII

4+: zweiwurzeliger Praemolar

dessen palatinale Wurzel bis zum Apex und dessen bukkale Wurzel bis wenige Millimeter vor dem Apex abgefüllt sind.

Ansatzpunkt des Spitztubus auf die Wurzelspitze ausgerichtet.

Vertikaler Winkel: 35°

Mitte: orthoradial (1)

Rechts: mesial-exzentrisch ($2=5^{\circ}$, $3=10^{\circ}$, $4=15^{\circ}$)

Links: distal-exzentrisch ($5=5^{\circ}$, $6=10^{\circ}$, $7=15^{\circ}$)

Um die Endständigkeit der Wurzelfüllungen zu beurteilen, wurde versucht, in mesial- und distal-exzentrischen Projektionen die bukkale Wurzelfüllung überlagerungsfrei zur Darstellung zu bringen. Das ist besonders mit den distal-exzentrischen Projektionen gelungen. Es wird jedoch eine bis zum Apex gehende Wurzelfüllung der bukkalen Wurzel vorgetäuscht. Die extrem mesial-exzentrische Aufnahme zeigt, daß die Wurzelfüllung im bukkalen Wurzelkanal einige Millimeter vor dem Apex endet.

Die Vortäuschung einer apikal abschließenden Wurzelfüllung bei distal-exzentrischen Aufnahmen ist auf die in Strahlenrichtung abgekrümmte bukkale Wurzelspitze zurückzuführen.

Die von den Röntgenstrahlen tangierten Wurzelspitzenanteile haben ein so geringes Ausmaß an Abzeichnungsfläche, daß sie überstrahlt werden (Abb. 7).

Zusammenfassung:

Mit Hilfe mehrerer Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen kann der variablen anatomischen Gestaltung der Zähne am besten Rechnung getragen werden. Dies gilt insbesondere der Aufklärung der Kanalverhältnisse mehrwurzeliger Zähne.

Durch die Herstellung mehrerer Röntgenaufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen wird die Möglichkeit einer falschen röntgenologischen Beurteilung einer gelegten Wurzelfüllung verringert.

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß durch die apikale Projektion orale bzw. vestibuläre Wurzelspitzenanteile über der apikal abschließenden Wurzelfüllung abgebildet werden können und so ein falsches Bild vortäuschen können.

Die mesial-exzentrische Projektion wird der distal geneigten Wurzelspitzenkrümmung insbesondere der ein- oder zweiwurzeligen Praemolaren insofern gerechter, als die Wurzelspitzenkrümmung vom Strahlenverlauf gekreuzt wird und die Möglichkeit der Überstrahlung verringert wird.

IV. D I S K U S S I O N

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sind nach den eingangs durchgeführten Überlegungen zur Projektion und zur Darstellbarkeit der Objekte zu erwarten gewesen. Es sollen nunmehr Schlußfolgerungen gezogen werden.

Die unterschiedlichen Ansichten über die röntgenologischen Kontrollmöglichkeiten, den Kronenrandschluß mit Hilfe der apikalen Projektion zu beurteilen, werden u.a. von den Autoren PORDES (36) und WANNENMACHER (52, 53) vertreten.

PORDES (36) kommt zu dem Ergebnis, daß die im Röntgenbild abstehende Krone auch klinisch absteht, daß aber röntgenologisch anliegende Kronen nicht auch klinisch anliegend zu sein brauchen.

WANNENMACHER (52, 53) hingegen vertritt aufgrund seiner Untersuchungen die Meinung, daß auch klinisch anliegende Kronen im Röntgenbild abstehend erscheinen können.

Die Röntgenzeichen, die für eine Krone mit fehlerhaftem Randschluß sprechen, werden von CIESZYNSKI (4) als "überstehende Kappen", von PORDES (36) als Stufenbildung zwischen Metall- und Wurzelschatten bezeichnet.

Die geringen röntgenologischen Kontrollmöglichkeiten zur Beurteilung der Kronenrandständigkeit haben PARMA (31) zu der Vermutung veranlaßt, daß man bei scheinbar anliegenden Kronenrändern im Röntgenbild dennoch indirekt durch verkürzte Apices bei übermäßig langem Metallschatten und durch marginale Knochenabbauvorgänge, so HUBERT (21), auf nicht exakt adaptierte Kronen schließen kann.

Wie aus den eigenen Untersuchungen hervorgeht, stellt der stufenförmige Übergang vom Metall- zum Wurzel-schatten das entscheidende Kriterium für eine nicht randständige Krone dar.

Die systematische Darstellungen abstehender Kronen mit wechselnden horizontalen Winkeleinstellungen haben eine genaue Abgrenzung der beurteilbaren Randbezirke ermöglicht. Hierzu muß festgestellt werden, daß der röntgenologische Aussagewert über die Kronenrandständigkeit sich grundsätzlich auf zwei Abschnitte, die dem Übergang vom oralen in den approximalen Rand der Krone entsprechen, erstreckt.

Die vorliegenden Versuchsserien haben gezeigt, daß ein negativer Röntgenbefund (keine Stufenbildung) nicht der realen Situation zu entsprechen braucht. Bei Projektionsvariationen in der Horizontalebene sind klinisch abstehende Kronen gelegentlich auch im Röntgenbild dargestellt worden.

Dies entspricht den bereits von PORDES (36) gemachten Angaben. Aufgrund des eigenen Bildmaterials verlieren die Untersuchungen WANNENMACHERS (52) insofern an Wert, als bei den eigenen Serien Irrtumsmöglichkeiten durch Überstrahlungen (unter Verwendung herabgesetzter Belichtungszeiten) ausgeschlossen werden konnten.

Aus den Bildreihen ist ferner zu erkennen, daß der ungewöhnlich lange Metallschatten einer prothetischen Krone im Röntgenbild kein Kriterium für eine abstehende Krone sein kann.

Die Vermutungen PARMAS (31) können somit auch nicht bestätigt werden.

Den Angaben HUBERTS (21) sind die Untersuchungen SCHULZES (47) gegenüberzustellen, der auch bei gut adaptierten Kronenringen marginale Knochenabbauvorgänge (ca. 21%) gefunden hat.

Die Untersuchungen an Kunststoff- und Porzellan-Jaketkronen haben ergeben, daß eine röntgenologische Kontrolle nur im zementierten Zustand erfolgen kann. Die orthoradiale Strahlenführung bei Anwendung der apikalen Projektion ist zwingend.

Optimale Projektionsverhältnisse zur Kontrolle des Kronenrandes würden bei einer parallelen und innigen Anlage des Filmes an die Zahnreihe sowie bei einer flachen Strahlenführung (orthograd zu den Seitenwänden der Interdentalsepten) bestehen.

Kommt dennoch die gebräuchliche Halbwinkeltechnik zur Anwendung, so sollte man wenigstens durch mehrere Aufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen die geringen röntgenologischen Aussagemöglichkeiten vergrößern.

In den eigenen Ausführungen über das Gebiet der Wurzelspitzenresektion ist bereits darauf hingewiesen worden, daß die Empfehlungen PARMAS (32) und SCHNETZERS (46) nicht eingehalten werden können.

Die Verlaufsrichtung der Resektionsfläche und die anatomische Situation im Oberkiefer verhindern es, den Zentralstrahl entlang der Resektionsfläche zu führen. Bedingt durch die apikale Strahlenführung wird das Wurzelfüllmaterial im apikalen Bereich immer kaudal des oralen Randes der Resektionsfläche enden.

Die Untersuchungen haben fernerhin gezeigt, daß die operative Gestaltung der Resektionsfläche einen entscheidenden Einfluß auf die röntgenologische Darstellung und damit auf die Beurteilung der dort abschließenden Wurzelfüllung hat.

Die von MEYER (29), REBEL (44), WANNENMACHER (54) u.a. empfohlene Abtragung der Wurzelspitze (nach vestibulär gerade abgeschrägt) ist auch nach den Auswertungen der vorliegenden Serien für die röntgenologische Beurteilung die geeignetste, da die Irrtumsmöglichkeiten am geringsten sind.

Die von FAULHABER und NEUMANN (6), BROSCHE (1) u.a. angegebene horizontale, gerade Gestaltung der Amputationsfläche hat für die röntgenologische Bewertung keine Vorzüge gebracht.

REBEL (44), BROSCHE (1) u.a. weisen auf die Mißerfolge durch eine falsche Resektion der Wurzelspitze, insbesondere die muldenförmig, nach vestibulär abgescrägte Abtragung, hin.

Die eigenen Untersuchungen haben bestätigt, daß die muldenförmige Resektion die röntgendiagnostischen Interpretationsirrtümer vermehrt.

Die Resektionsflächengestaltung und die anatomischen Gegebenheiten im Oberkiefer verhindern die Einhaltung optimaler Aufnahmebedingungen.

Die röntgenologisch unsichere Beurteilung der Resektionsfläche und der dort abschließenden Wurzelfüllung sollte deshalb nicht noch zusätzlich durch eine röntgenologisch schwierig zu beurteilende Gestaltung der Resektionsfläche vergrößert werden.

Aufgrund des Literaturstudiums über Perforationen von Zahnwurzeln ist es erst einmal notwendig gewesen, an Hand der eigenen Versuchsserien klare Definitionen zu schaffen. Der Befund der Perforation kann aus einem Röntgenbild nur dann sicher diagnostiziert werden, wenn eine eingeführte Markierungsnadel den Wurzelschatten apexfern verläßt. Alle anderen Röntgenzeichen, die eine Abweichung vom anatomischen Wurzelkanal darstellen, müssen als Via falsa ohne Perforation des Wurzelzementes angesehen werden.

Es kann bestätigt werden, daß die markierte approximale Perforation im Röntgenbild leicht zur Darstellung gelangt. Sind die vestibulären und oralen Perforationen oftmals trotz mehrerer Aufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen nicht als solche im Röntgenbild abgebildet, so reichen die vorliegenden Röntgenzeichen zumeist aus, eine Via falsa zu erkennen.

Es kann keineswegs behauptet werden, daß nur approximale Perforationen - so PRAEGER (41) - im Röntgenbild dargestellt werden.

Aus den vorliegenden Serien geht vielmehr hervor, daß es meist durch den Vergleich von zwei variablen exzentrischen Aufnahmen möglich ist, die vestibuläre von der oralen Perforation zu unterscheiden.

Hierzu sei noch angefügt, daß sich die latero-oral gelegene Perforation projektionsbedingt besser im Röntgenbild abzeichnet als die latero-vestibuläre.

In den vorliegenden Ausführungen ist bereits ausführlich auf die Bedeutung des Röntgenbildes vor einer geplanten Wurzelbehandlung und nach erfolgter Wurzelfüllung hingewiesen worden.

Wie die eigenen Untersuchungen gezeigt haben, kann besonders die Verwendung mehrerer Aufnahmen aus unterschiedlichen horizontalen Richtungen empfohlen werden. Es scheint besonders notwendig zu sein, hierauf nochmals hinzuweisen, da entsprechende Angaben im einschlägigen Schrifttum gar nicht oder nur sehr ungenau zu finden sind.

Wie aus der Durchsicht der einzelnen Untersuchungsserien hervorgeht, tragen die Anwendung und der Vergleich unterschiedlicher Aufnahmen in der Horizontalebene der variablen anatomischen Gestalt der Zähne Rechnung, was besonders für die Aufklärung der Kanalverhältnisse mehrwurzeliger Zähne zutrifft. Damit wird eine falsche Beurteilung einer gelegten Wurzelfüllung durch das Röntgenbild verringert.

Der Vergleich der einzelnen Röntgenaufnahmen hat aber auch deutlich erkennen lassen, daß den röntgenologischen Beurteilungsmöglichkeiten der Wurzelfüllungen Grenzen gesetzt sind.

So ist an einem Beispiel gezeigt worden, wie eine nicht apikal abschließende Wurzelfüllung vorgetäuscht wird, wenn bei Anwendung der Halbwinkeltechnik orale Wurzelspitzenanteile über dem anatomischen Apex abgebildet sind.

In einer weiteren Serie ist dargestellt worden, wie durch die Überstrahlung feiner Wurzelspitzenanteile eine anscheinend den Apex erreichende Wurzelfüllung im Röntgenbild vorgetäuscht sein kann.

V. Z U S A M M E N F A S S U N G

Es wurden zunächst kritische Überlegungen über optimale Projektionsverhältnisse sowie über die Möglichkeiten und Grenzen der röntgenologischen Darstellbarkeit, der in dieser Arbeit interessierenden Zahnbereiche, angestellt.

Dabei wurden vor allem jene Gebiete erörtert, die sowohl für eine kritische Beurteilung der bestehenden Ansichten als auch für die Auswertung der Versuchsserien eine Bedeutung erlangen.

Im Anschluß hieran wurden die im einschlägigen Schrifttum vorgefundenen unterschiedlichen Ansichten über die Kontroll- und Untersuchungsmöglichkeiten der prothetischen Kronen, über die Darstellung der wurzelspitzenresezierten Zähne sowie über die Erkennung der Perforation und Überprüfung der Wurzelfüllungen dargelegt. Hierbei stellte sich heraus, daß bei der Erörterung verschiedener Fragestellungen keineswegs alle erforderlichen Gesichtspunkte berücksichtigt worden sind.

Die danach durchgeführten Phantomuntersuchungen ermöglichten den exakten Vergleich zwischen der Projektions-situation und der zu untersuchenden Zahnpartien auf dem Röntgenbild. Um die hieraus abgeleiteten Aussagen hinsichtlich der Bildbeurteilung möglichst deutlich zu machen, erschien es sinnvoll, den Röntgenaufnahmen die jeweils entsprechenden Fotografien hinzuzufügen.

Bei der Beurteilung des Randschlusses von prothetischen Kronen mit Hilfe der apikalen Projektion hat sich ergeben, daß eine röntgenologisch abstehende Krone auch immer klinisch absteht, obwohl umgekehrt eine im Röntgenbild anliegende Krone nicht auch klinisch anliegend zu sein braucht.

Es konnte nicht bestätigt werden, daß klinisch anliegende Kronen im Röntgenbild gelegentlich auch einmal "abstehend" zur Ansicht zu bringen sind. Es konnte ferner widerlegt werden, daß durch röntgenologische Nebenfunde, wie der Zustand des marginalen Parodontiums oder eines überlangen Metallschattens, auf abstehende Kronen zu schließen ist.

Die Untersuchungen zeigten ferner, daß die röntgenologische Darstellung der Wurzelspitzenresektion durch die Resektionsflächengestaltung deutlich beeinflußt wird. Bei der nach vestibulär gerade abgeschrägten Resektionsfläche sind die röntgenologischen Irrtumsmöglichkeiten am geringsten.

Nach der Durchsicht der Literatur ergab sich die Notwendigkeit, an Hand der vorliegenden Untersuchungsreihen erst einmal auf die unterschiedliche Auslegung der Begriffe *Via falsa* (*fausse route*) und Perforation hinzuweisen.

Eine *Via falsa* kann graduelle Unterschiede aufweisen. Sie ist zu diagnostizieren, wenn das Kanalinstrument mehr oder weniger über die Wände des *Canalis pulpae* (*Cavum pulpae*) hinausgelangt.

Die äußere Wand der Wurzel braucht dabei keinesfalls erreicht zu werden. Ist das jedoch der Fall, dann liegt nunmehr eine Perforation vor, was besagt, daß die Perforation einen exakt definierten Grad der *Via falsa* darstellt.

Es konnte gezeigt werden, daß nicht nur die approximalen Perforationen zur Darstellung gelangen, wie oftmals im Schrifttum behauptet wird.

In den vielen Arbeiten über die Bedeutung des Röntgenbildes für die Planung und Durchführung einer Wurzelfüllung ist der Wert mehrerer exzentrischer Aufnahmen selten herausgestellt worden.

Die eigenen Untersuchungsserien wiesen jedoch darauf hin, daß so die röntgenologische Einblicknahme erheblich zu vergrößert ist.

Es war notwendig, die durchgeführten Richtigstellungen und Korrekturen vorzunehmen, da sie ein Anliegen der klinisch und praktisch tätigen Zahnärzte darstellen, die im Hinblick auf die umfassende Diagnostik der zu untersuchenden Zahn- und Kieferpartien mit Recht exakte Angaben fordern.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. BROSCHE, F. Die wurzelspitzenresektion.
Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Bd. III, München-Berlin,
385 (1957)
2. BRÜHLMANN, W. Die Wurzelbehandlung im Röntgen-
bild.
Schweiz.Mschr.Zahnk. 1, 1 (1931)
3. BUCHS, H. und Röntgenbild und Wirklichkeit.
JUNG, T. Eine Untersuchung an Wurzeln.
Dtsch.zahnärztl.Z. 12, 1209 (1957)
4. CIESZYŃSKI, A. Zahnärztliche Röntgenologie und
klinische Zahnheilkunde im Röntgen-
bild.
I, Leipzig 1926
5. FACK, H. Systematische Untersuchungen über
den Wurzelfüllungsgrad im Röntgen-
bild an 6332 devitalen Zähnen aus
der Berliner Praxis.
Diss. Berlin 1962
6. FAULHABER, B. und Die chirurgische Behandlung der
NEUMANN, R. Wurzelhauterkrankungen.
2. Aufl. Berlin 1921
7. FECHTER, B. Ergebnisse von mehreren Tausend
in der freien Praxis nach wissen-
schaftlich anerkannten Methoden
durchgeführten Wurzelbehandlungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 10, 1677 (1955)
8. FROMMHOLD, W. Röntgendiagnostik der Zähne.
In: Medizinische Röntgentechnik.
Hsg.: Schoen, H., Bunde, E., Loeck, V.,
Schoen, D.
7. Aufl. Bd. I, Stuttgart 1960-61

9. GRIEGER, Ch. Klinische und röntgenologische
Nachuntersuchungen an 152 wurzel-
resezierten Zähnen.
Diss. Berlin 1963
10. GRUSCHWITZ, S. Röntgenologische Kontrolle von
Kronen- und Brückenarbeiten.
Diss. Berlin 1958
11. HAMMER, H. Über die Ergebnisse der operativen
Behandlung der chronisch-apikalen
Periodontitis und ihre Folge-
zustände.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 36, 151
(1933)
12. HARNISCH, H. und Die Wurzelspitzenresektion.
BERNHARD, H. Zahnärztl.Welt 57, 329, 361, 391
(1956)
13. HELD, H. Contribution à l'étude de la
résection apicale des dents an-
terieures, prémolaires et dents
de six ans superieures et inferieures.
Schweiz.Mschr.Zahnhl. 46, 765 (1936)
14. HESS, W. und Lehrbuch der konservierenden Zahn-
WALKHOFF, O. heilkunde.
6. Aufl. Leipzig 1960
16. HEUSER, H. Zahnärztliche Röntgendiagnostik.
Zahnärztl.Fortb., H. 8, 1958
17. HIELSCHER, W. Häufige röntgenologische Frage-
stellungen in der täglichen Praxis.
Dtsch.Zahnärztekalendar 1963
18. HIELSCHER, W. und Zähne und Kiefer.
SONNABEND, E. In: Lehrbuch der Röntgendiagnostik.
Hsg.: v. Schinz, H.R., Baensch, W.E.,
Frommhold, W., Glauner, R., Uehlinger,
E., Wellauer, I.
Bd. III, Stuttgart 1966

19. HOFER, O. Erfolge und Mißerfolge bei der
Wurzelspitzenresektion.
Zschr.Stomat. 31, 1271 (1933)
20. HORN, E. Studien über die Einwirkung von
Kronenringen auf das marginale
Parodontium.
Dtsch.Mschr.Zahnhk. 24, 1393 (1930)
21. HUBERT, H. Das Röntgenbild als Hilfsmittel
in der zahnärztlichen Prothetik.
Diss. Bonn 1952
22. De JOUNG, Th.E. Anatomie der Zähne.
Die Zahn-, Mund- und Kieferheil-
kunde
Bd. I, München-Berlin, 169 (1957)
23. KAUFMANN, J. Untersuchungen am Periodontium
der traumatisch perforierten Zahn-
wurzel.
Schweiz.Mschr.Zahnhk. 54, 387,
507 (1944)
24. KUBLER, A. Heilungsvorgänge nach Wurzelper-
forationen.
Schweiz.Mschr.Zahnhk. 44, 413 (1934)
25. LANGE, G. Artifizielle Perforationen des
Wurzelkanales und deren Behandlung.
Dtsch.zahnärztl.Z. 13, 299 (1958)
26. MATHIS, H. Über die Behandlung der Fausse
route.
Zschr.Stomat. 33, 166 (1935)
27. MATHIS, H. und
HAUPTMANN, W. Einiges zur Frage der Wurzelspitzen-
resektion.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 46, 203,
225 (1945)

28. MATHIS, H. und
HIELSCHER, W. Einführung in die zahnärztliche
Röntgenologie.
Berliner Verlagsanstalt
Berlin-West 1962
29. MEYER, W. Die Technik der Wurzelspitzen-
resektion und ihre stereotypen
Fehler.
Dtsch.Zahn-Mund-Kieferhk. 39, 97
(1963)
30. MORGENSTERN, M. Diagnose und Therapie bei Wurzelperforationen.
Wien.zahnärztl.Mschr. 3, 1 (1901)
31. PARMA, C. Röntgenographische Darstellung der
Zähne bei prothetischen Arbeiten.
Zschr.Stomat. 33, 577 (1935)
32. PARMA, C. Irrtümer der Röntgendiagnostik
in der Stomatologie.
Wien 1938
33. PARMA, C. Fortschritte in der zahnärztlichen
Röntgendiagnostik.
Zschr.Stomat. 32, 1423 (1934)
34. PARMA, C. Die zahnärztliche Röntgendiagnostik.
Bd. I, Wien 1929
35. PICHLER, W. Die traumatische Wurzelperforation
ihre Ursachen, Verhütung und Behandlung.
Diss. München 1943
36. PORDES, F. Die radiographische Einstellung
der einzelnen Zähne und Kiefer.
Bd. I, Wien 1919
37. PRAEGER, W. Einige Grenzen und Schwierigkeiten
in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik.
Zahnärztl.Rdsch. 35, 867 (1926)

38. PRAEGER, W. Das intraorale Röntgenbild.
München 1936
39. PRAEGER, W. Grundlagen der zahnärztlichen
Röntgentechnik.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 41, 865 (1938)
40. PRAEGER, W. Grundlagen der zahnärztlichen
Röntgentechnik.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 42, 73,
721 (1939)
41. PRAEGER, W. Irrtümer in der zahnärztlichen
Röntgendiagnostik.
Dtsch.Zahnärztekalendar 1942
42. PRESSER, G. Röntgenologische Kontrollunter-
suchung wurzelbehandelter Zähne.
Diss. Leipzig 1959
43. REBEL, H.H. Konservierende Zahnheilkunde.
München 1950
44. REBEL, H.H. Klinische Zahnheilkunde.
München 1954
45. v. RECKOW, J.F. Fehler beim Röntgen.
Dtsch.Zahnärztekalendar 1949
46. SCHNETZER, A. Zur Frage der Projektion bei zahn-
ärztlichen Röntgenaufnahmen.
Schweiz.Mschr.Zahnhk. 52, 451 (1942)
47. SCHULZE, Ch. Untersuchungen überkronter Zähne
unter besonderer Berücksichtigung
des marginalen Parodontiums.
Zahnärztl.Welt 8, 251 (1953)
48. SEITZ, R. Klinische und röntgenologische
Untersuchungsergebnisse an Zähnen
nach Wurzelspitzenresektionen.
Diss. Ffm. 1950

49. SEYFARTH, E. Ergebnisse unserer Wurzelspitzen-
resektionen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 17, 773 (1962)
50. SONNABEND, E. Das Röntgenbild in der zahnärzt-
lichen Praxis.
München 1958
51. TRAUNER, R. und Kiefer- und Gesichtschirurgie.
PICHLER, W. 4. Aufl. Bd. I, München-Berlin 1959
52. WANNENMACHER, E. Kronenarbeiten.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 53, 1089 ff.
(1933)
53. WANNENMACHER, E. Die Hilfe des Röntgenbildes in der
Zahnerhaltung und der zahnärzt-
lichen Prothetik.
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
in Vorträgen H. 16, (1955)
54. WANNENMACHER, E. Lehrbuch der klinischen Zahnheil-
kunde.
Hsg.: mit Hofer, O., Reichenbach, E.,
Spreter v. Kreudenstein, Th.,
Bd. I, Leipzig 1952

Herrn Professor Dr. Werner H i e l s c h e r danke
ich für die freundliche Überlassung des Themas so-
wie für die Mühe bei der Kontrolle der Versuchsreihen
und des erzielten Bildmaterials.

L e b e n s l a u f

Am 20. November 1940 wurde ich, Wolfgang S c h u l t z, als Sohn des Zahnarztes Dr. Kurt Schultz und seiner Ehefrau Ilse, geb. Spötter, in Berlin geboren.

Ich besuchte in Berlin die 11. Volksschule und das Johannes-Kepler-Gymnasium, an dem ich am 9. März 1960 meine Reifeprüfung bestand.

Im Sommer-Semester 1960 begann ich in Berlin das Zahnmedizin-Studium und legte dort im Februar 1963 die Zahnärztliche Vorprüfung ab und beendete im Februar 1966 mit dem Staatsexamen mein Studium.

